ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AVRIL 1904,

PRÉSIDENCE DE M. MASCART.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADEMIE.

PHYSIQUE. — *Théorie de la balance azimutale quadrifilaire.* Note de M. H. Poincaré.

« On trouvera, dans le même numéro, la description de cette balance. Voici la théorie de son fonctionnement :

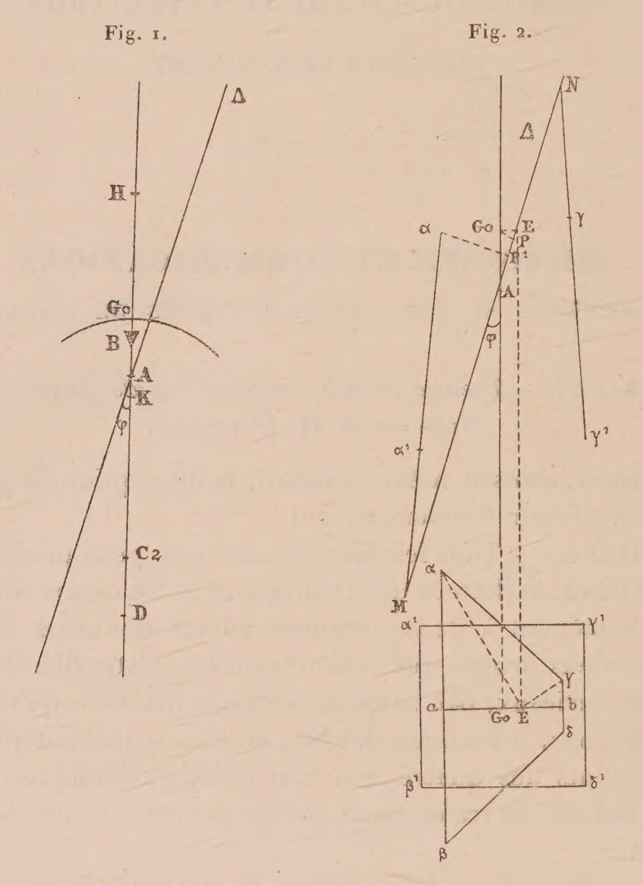
» *Droites* D *et* Δ. — Tous les mouvements que peut prendre le système formé par le fléau, le flotteur qui le supporte et les quatre fils qui le maintiennent se ramènent à deux rotations autour des deux droites D et Δ. J'appelle ainsi deux droites qui rencontrent les quatre fils. Ceux-ci ne sont pas tout à fait verticaux, par suite de la torsion préalable qu'on leur donne; dans ces conditions, il y a deux droites, et deux seulement qui rencontrent les prolongements des quatre fils. Un point quelconque du fléau peut décrire une infinité de trajectoires toutes normales à une droite qui rencontre D et Δ.

» Dans la position d'équilibre initial, le système admet un plan de symétrie par rapport auquel les quatre fils sont deux à deux symétriques. La droite D est perpendiculaire au plan de symétrie; la droite Δ est dans ce plan.

» *Centre de gravité effectif*. — Le système mobile est soumis aux poids suivants : 1° poids du fléau; 2° poussée du mercure; 3° poids du flotteur; 4° poids des plateaux et de ce qu'ils portent.

» Toutes ces forces sont verticales; elles ont des valeurs parfaitement déterminées si le flotteur sort de la surface du mercure par une tige T suffisamment mince; elles auront une résultante unique, verticale, appliquée dans le solide fléau en un point G que j'appelle le *centre de gravité effectif*, et que nous allons définir plus complètement.

» *Construction du point* G_0. — Soit en B (*fig.* 1) la trace de l'arête du couteau autour duquel tourne le fléau; soit H le point d'application de la résultante Π de la poussée du flotteur et du poids de ce flotteur. Enfin soit



K le point d'application de la résultante P du poids du fléau et des poids (plateaux compris) qui lui sont appliqués.

» Les deux bifilaires sont soumis à une tension verticale

$$\Pi - P = p.$$

Dans toute rotation du système autour de la droite D, le plan de symétrie (plan de la figure) reste un plan de symétrie; l'arête du couteau et la droite KB restent dans ce plan de symétrie, qui demeure vertical. Donc la droite BH restera dans le prolongement de KB.

» Pour calculer le couple qui, sous l'influence d'un excès de poids placé dans l'un des plateaux, provoquera une rotation $d\omega_1$ autour de D, on cal-

culera donc la position du centre de gravité effectif en appliquant la poussée Π en H et les poids — P en K.

» Considérons, au contraire, une rotation $d\omega_2$ autour de la droite Δ; l'arête B restera très sensiblement horizontale, et, par suite, la droite BH restera verticale. Mais la droite KB s'incline; elle n'est donc plus dans le prolongement de BH. Il faut, par suite, calculer la position de G_0 en appliquant la poussée Π non plus en H, mais en B sur l'arête du couteau.

» *Rotation autour de la droite* D. *Stabilité du système.* — Quand un excès de poids dp est appliqué à l'un des plateaux, le fléau tourne comme il a été expliqué; le centre de gravité effectif prend un mouvement en sens inverse; sa verticale cesse de rencontrer la droite D.

» Ce mouvement n'intéresse pas la sensibilité de la balance, qui ne dépend que de la rotation autour de Δ, rotation qui est la seule observée.

» Mais la rotation autour de D intéresse la stabilité du système. Il faut que la résultante des forces appliquées en G_0 tende à s'opposer au mouvement provoqué autour de D par l'excès de poids dp.

» Cette condition se trouve réalisée par la façon dont l'appareil est disposé. Nous ne nous occuperons donc que de la rotation autour de Δ.

» *Rotation autour de la droite* Δ. *Sensibilité.* — Évaluons d'abord le moment M de l'excès de poids dp par rapport à Δ.

» Soit l la demi-longueur du fléau. Si Δ passe très près de G_0, ce qui sera le cas ordinaire, l sera notre bras de levier ou, plus exactement, un minimum de ce bras de levier. Seulement la composante efficace ne sera pas dp, mais $dp \sin\varphi$, φ étant l'angle de Δ avec la verticale. Donc

$$M = l\,dp\sin\varphi.$$

» Soit $J + J'$ la composante verticale de l'accélération du point G_0. Le travail de nos forces verticales sera

$$p(J+J')\frac{dt^2}{2}$$

pendant le temps très petit dt qui s'écoule quand le système tourne de l'angle $d\omega_2$.

» D'autre part, ce même travail est égal à

$$\frac{M\,d\omega_2}{2}.$$

» Il vient donc

$$(1)\qquad M = l\,dp\sin\varphi = p\frac{J+J'}{\omega^2}d\omega_2,$$

dans lequel

$$\omega = \frac{d\omega_2}{dt}$$

désigne la vitesse angulaire de rotation autour de Δ.

» La formule (1) sera la formule de sensibilité.

» *Construction de la droite* Δ. — Soient dans l'espace $\alpha\alpha'$ et $\gamma\gamma'$ les fils de l'un des bifilaires; $\alpha\alpha'$ prolongé vient couper le plan de symétrie en un point M; le fil symétrique $\beta\beta'$ passe également en M. De même $\gamma\gamma'$ prolongé coupe le plan de symétrie en un point N où passe aussi le fil symétrique $\delta\delta'$.

» La droite MN est la droite Δ. On voit qu'il est facile de disposer le quadrifilaire de façon à avoir une droite Δ à peu près quelconque.

» Représentant en $\alpha\beta\gamma\delta$, $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ la trace des quatre fils dans un plan perpendiculaire à celui qui contient la droite Δ; l'inclinaison de Δ, et par suite la valeur de φ sera réglée par un choix convenable des longueurs des côtés des deux quadrilatères $\alpha\beta\gamma\delta$, $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ formés par les quatre points d'attache supérieurs et les quatre points d'attache inférieurs du quadrifilaire.

» *Calcul de* $J + J'$. — La droite Δ décrira dans l'espace une certaine surface réglée R; pour un observateur invariablement lié au fléau, elle paraîtrait décrire une surface réglée R', et le mouvement du fléau est le même que si R' roulait sur R. Dans la position initiale, Δ est dans le plan de symétrie; le plan tangent commun à R et R' est perpendiculaire au plan de symétrie, il est donc le même tout le long de la génératrice. Par suite les éléments des surfaces R et R' sont des éléments de surface développable; par suite des éléments de cône.

» L'accélération peut donc se calculer comme si le système était mobile autour d'un point fixe situé quelque part sur la droite Δ; d'où cette conséquence que l'accélération que nous avons à calculer sera la résultante de deux autres: 1° de l'accélération centripète J due à la rotation autour de Δ, qui se calcule d'après la formule ordinaire de la force centrifuge; 2° de l'accélération J' due à l'accélération angulaire.

» Cette accélération angulaire sera représentée en grandeur et direction par une droite θ qui coupe Δ au point fixe. Pour un point Q quelconque, l'accélération J' due à θ sera représentée par le même vecteur que la vitesse qu'aurait ce même point dans une rotation représentée par la droite θ.

» θ est dans le plan tangent à R, plan qui est perpendiculaire au plan de symétrie. On peut supposer que θ est elle-même perpendiculaire au plan

de symétrie; ceci revient à supposer que la vitesse angulaire autour des droites Δ successives est constante.

» *Calcul de* J *et* J'. — Il nous faut calculer d'abord les composantes de J et J' pour les points d'attache supérieurs des fils du quadrifilaire, dans la direction de ces fils.

» Soit v la vitesse du point d'attache supérieur α du fil $\alpha\alpha'$ (*fig.* 2). On aura pour les composantes de l'accélération de α suivant le fil $\alpha\alpha'$, en désignant par ψ l'angle $M\alpha P$,

$$J + J' = \frac{v^2}{\alpha\alpha'}, \qquad J = \frac{v^2}{\alpha P}\cos\psi = \frac{v^2}{\alpha M}.$$

Or le fil étant sensiblement vertical, αM est très grand par rapport à $\alpha\alpha'$: J très petit par rapport à $J + J'$; de sorte qu'on a très sensiblement

$$J' = \frac{v^2}{\alpha\alpha'}.$$

» Calculons maintenant J et J' pour le point G_0. C'est la composante verticale qui nous intéresse seule, car, G_0 étant dans le plan de symétrie, le plan $G_0\Delta$ est vertical.

» Soit ω la vitesse angulaire autour de Δ. La vitesse linéaire v_1 de G_0 sera (*fig.* 2)

$$v_1 = \omega G_0 P_1.$$

D'ailleurs on a

$$G_0 P_1 = G_0 A \sin\varphi,$$

$$(2) \qquad J = \omega^2 G_0 P_1 \sin\varphi.$$

» Pour calculer J' considérons (*fig.* 2) le trapèze $\alpha\beta\gamma\delta$ formé par les quatre points d'attache supérieurs des fils. Supposons d'abord le point G_0 dans le plan de ce trapèze, et soit E le point où la droite Δ perce ce même plan.

» On a

$$G_0 E = G_0 A \tang\varphi.$$

Soit λ la longueur commune des fils.

» Les composantes verticales de J' seront sensiblement les mêmes pour les points α, β et tous les points de la droite $\alpha\beta$. Pour le point a en particulier, on aura

$$\frac{\omega^2 \overline{\alpha E}^2}{\lambda}.$$

» De même pour tous les points de la droite $\gamma\delta$ et en particulier pour le point b, on aura sensiblement la même valeur

$$\frac{\omega^2 \overline{\gamma E}^2}{\lambda}.$$

» Pour tous les autres points du plan, on n'a qu'à interpoler linéairement puisque la droite Θ est horizontale.

» Supposons en particulier que le trapèze $\alpha\beta\gamma\delta$ diffère très peu d'un rectangle et que le point E soit très voisin du centre de ce rectangle, G_0 très voisin de E. Ce cas correspond, ainsi qu'on le verra, à celui qu'il faut réaliser pour obtenir une grande sensibilité.

» Alors on aura très sensiblement

$$\alpha E = \gamma E.$$

» L'accélération sera donc la même tout le long de la droite ab et comme G_0 se retrouve sur cette droite, la composante J' de son accélération sera par suite

$$J' = \frac{\overline{\alpha E}^2 \times \omega^2}{\lambda}. \qquad (3)$$

» On a alors, en additionnant (2) et (3),

$$J + J' = \omega^2 \overline{G_0 P_1} \sin\varphi + \frac{\omega^2 \overline{\alpha E}^2}{\lambda}.$$

Substituant cette valeur dans l'équation (1) on a, pour l'équation de sensibilité,

$$l\,dp \sin\varphi = \left(G_0 P_1 \sin\varphi + \frac{\overline{\alpha E}^2}{\lambda}\right) p\, d\omega_2. \qquad (4)$$

» Remarquons que, l'axe Θ étant horizontal, la composante verticale de J' sera la même pour tous les points d'une même verticale. J' et par suite la formule (4) resteront donc les mêmes que G_0, soit dans le plan de $\alpha\beta\gamma\delta$ ou en dehors de ce plan. »

MÉDECINE. — *Note sur la méthode graphique appliquée à la Pathologie humaine;* par M. Lannelongue.

« Je donne ce nom à une méthode qui a *pour but* de permettre aux yeux et à l'esprit d'apprécier, avec beaucoup plus d'exactitude, les modifications

de forme et les changements de rapports survenus dans les parties du corps humain et *pour moyen*, d'inscrire sur le sujet vivant, à l'aide du toucher, les déformations, les déplacements, les augmentations de volume, les différences de niveau, etc., c'est-à-dire aussi bien des altérations superficielles et visibles que profondes et invisibles.

» Son principe émane d'une comparaison entre la région normale du corps et la région déformée, entre les organes sains et les organes lésés sans que rien puisse faire soupçonner aux yeux l'existence, le mode et même la nature d'altérations organiques profondes. Il repose aussi sur ce fait que l'*anatomie de l'homme vivant*, c'est-à-dire de ses *divers organes en fonction*, comprend tout un ordre de considérations dont je n'ai, pour mon propre compte, qu'une très pauvre idée et il y a là, en même temps qu'un ensemble de connaissances à acquérir, une éducation médicale à faire. On est élevé et dressé à fond dans la religion du cadavre envisagé sous tous ses aspects et l'on ne se préoccupe pas de ce qui mériterait d'être appelé l'*anatomie biologique*, qui est la seule qu'on ne devrait pas ignorer, l'étude du cadavre ne devant servir qu'à la préparer et à la faire mieux concevoir.

» Pénétré depuis bien longtemps de ces idées, je ne manque jamais, lorsqu'une région du corps est affectée d'une manière quelconque, soit pour procéder à un examen comparatif qui s'impose entre le côté sain et le côté malade, soit pour mieux graver dans mon esprit les différences constatées, pour les lire à chaque instant sur le sujet, d'inscrire les reliefs, les formes des saillies, leurs contours, leurs rapports, sur le côté sain d'abord, sur le côté malade ensuite, les deux segments du corps étant placés dans une position déterminée, exactement symétrique. C'est à l'aide du toucher et par l'exploration faite avec les mains qu'on délimite les organes profonds, leurs rapports réciproques, les interlignes articulaires.

» L'inscription se fait directement sur la peau, soit avec une plume et de l'encre, soit avec un crayon dermographique, soit, encore, ainsi qu'on me le voit faire tous les jours dans mon service d'hôpital, à l'aide de pinceaux fins et d'encres de différentes couleurs, qui font mieux ressortir certaines particularités.

» Je ne prétends en aucune façon à l'invention de la manière d'agir, du procédé en un un mot; car il y a plus d'un demi-siècle qu'un des médecins les plus illustres d'alors, j'ai nommé Piorry, se servait de crayons dermographiques pour fixer sur le corps humain la place du foie, de la rate, du cœur, à mesure que, à l'aide de son plessimètre, il en faisait ressortir les limites.

» Mais on n'a guère cherché à étendre les applications du procédé en dehors de certains viscères, et ce n'est que fortuitement qu'on imprime sur la peau une marque ou un trait en vue d'un détail anatomique qu'on tient à ne pas oublier. On n'a pas eu la pensée d'y voir une méthode d'investigation avantageuse pour le diagnostic qui en retirera beaucoup plus de clarté et de précision, qui pourra même en sortir tout entier.

» La méthode graphique trouve des indications et des applications utiles dans toutes les régions du corps humain et il convient de faire connaître sa technique pour bien établir les ressources dont elle dispose.

» L'ayant employée dans toutes sortes d'états morbides autres que les fractures, dans les tumeurs de parties molles, etc., je puis dire qu'elle m'a fait éviter de nombreuses erreurs, permis d'affirmer certains faits, et fait voir surtout ce qui m'eût échappé sans son concours.

» Si la méthode graphique trouve son application dans toutes les parties du corps humain, c'est surtout dans les régions articulaires qu'elle fournit les données les plus intéressantes, en particulier au coude, à la hanche, au genou, au cou-de-pied et au médio-tarse. Je décrirai donc tout d'abord la technique de cette méthode appliquée à une lésion articulaire. Nous verrons ensuite son application aux autres régions du corps, telles que la face, le rachis, la poitrine, l'abdomen.

» Lorsqu'on se trouve en présence d'une jointure qui est ou paraît malade, le premier soin doit être de placer les deux membres correspondants dans la même attitude, et si les deux articulations symétriques sont libres, on les mettra dans ce qu'on peut appeler leur *position d'examen;* dans le cas contraire, l'articulation saine sera placée dans la même situation que l'autre.

» On commencera par *inscrire* du côté sain les contours osseux et les points culminants des différentes parties constituantes de l'article; on figurera par un trait le niveau de l'interligne articulaire, dans les régions où ce dernier est accessible. S'il s'agit de traumas, il sera inutile de chercher à dessiner les contours des synoviales. Cette opération sera au contraire nécessaire dans les ostéo-arthrites tuberculeuses.

» On procédera ensuite aux mêmes recherches et inscriptions du côté malade. Il arrivera souvent alors que le diagnostic sera écrit avant qu'on ait cherché à le poser; en tous cas, l'inscription complétée par l'examen méthodique du membre sain d'abord, de l'autre ensuite, constituera un élément important de connaissance et d'appréciation.

» On pourra se rendre compte des changements survenus, des augmen-

tations de volume, des déplacements produits. On lira que telle saillie est plus large que celle du côté opposé, qu'elle s'est élevée ou abaissée, ou qu'elle s'est rapprochée d'une voisine et que l'intervalle qui la sépare de cette dernière diffère beaucoup d'un côté à l'autre. L'esprit n'a plus d'effort de mémoire à faire, il n'a plus à chercher des souvenirs anatomiques plus ou moins effacés, il suffit de mesurer de l'œil les nouveaux rapports qui existent entre les parties et de les comparer avec ceux de l'état sain.

» Cette inscription n'empêchera nullement, d'ailleurs, d'examiner l'état des mouvements, leur limitation ou ce qu'ils présentent d'anormal sur les deux membres. Le point essentiel de la méthode consiste, pour ne pas se tromper, à maintenir ou à ramener les deux membres dans la même position, car les rapports des saillies osseuses avec les téguments changent considérablement, selon le degré de flexion ou d'extension d'une jointure.

» Les dessins ci-joints montrent ce qu'est le condyle interne du fémur dans l'extension et dans la flexion à angle droit. Dans cette dernière attitude il remonte et vient proéminer en avant, tandis que les téguments correspondants ne se déplacent pas; ses rapports avec eux sont donc changés du tout au tout. La rotule, au contraire, descend dans la flexion et se met en rapport avec une nouvelle section de la peau. A ce titre ces photographies sont intéressantes et instructives. D'autres photographies que je mets sous les yeux de l'Académie montrent que les dessins des extrémités osseuses sur la peau offrent des contours particuliers. C'est qu'en effet ce sont les projections des parties accessibles, c'est-à-dire saillantes, et que le toucher indique facilement, qui sont inscrites sur la peau. Or ce sont ces formes qu'il est utile de connaître pour la clinique de l'homme. Les interlignes articulaires deviennent linéaires.

» La position la plus favorable à l'examen du coude est la flexion à angle droit de l'avant-bras sur le bras, la main étant dans une position aussi éloignée de la pronation que de la supination.

» Mais on comprend que dans certains cas il soit nécessaire de placer les deux membres dans une autre attitude pour pouvoir faire la comparaison; le membre sain sera mis dans l'attitude de l'autre.

» Le genou offre comme position naturelle d'examen l'extension de la jambe sur la cuisse. On y dessine facilement le relief de chaque condyle fémoral, de la rotule; l'interligne articulaire est assez délicat à trouver. Mais il est une autre position où l'on examine plus facilement l'interligne articulaire et le contenu articulaire : c'est la flexion de la jambe à 40° environ sur la cuisse de manière à ne pas trop tendre le ligament rotulien.

» Il m'est arrivé récemment de reconnaître une encoche avec fêlure évidente du condyle interne du fémur consécutive à une entorse grave du genou qu'il n'aurait pas été possible de découvrir sans l'inscription de la forme du condyle sur le sujet. La radiographie en a montré l'exactitude.

» Dans une autre circonstance, une bifidité congénitale incomplète de la rotule a été reconnue par cette méthode, alors qu'elle avait échappé à l'examen de plusieurs observateurs.

» La position d'examen de la jointure de la hanche est celle où la cuisse est fléchie à angle droit sur le bassin, en même temps que portée dans la rotation en dedans et en légère adduction. On dessine alors la tête fémorale qui soulève les muscles au-dessus du grand trochanter, ainsi que la saillie de cette dernière éminence.

» Au cou-de-pied, la position d'examen est la flexion à angle droit. On pourra dessiner toutes les saillies osseuses, le contour antérieur du tibia, les malléoles, le tendon d'Achille jusqu'à son insertion. En plaçant le pied dans l'extension on obtiendra la saillie de l'astragale en avant et l'on pourra la mieux dessiner dans cette attitude.

» Afin de permettre d'apprécier les services que peut rendre la méthode graphique appliquée aux articulations, je vous citerai quelques exemples.

» L'inscription du calcanéum, de la tête de l'astragale, de la saillie du scaphoïde en dedans, du cuboïde en dehors, jointe à celle des épiphyses tibiale et péronéale, m'a permis récemment de reconnaître un déplacement certain du scaphoïde en avant et en dedans que je n'aurais pas osé affirmer sans ces diverses inscriptions des os et de leurs interlignes articulaires sur le pied. Il y avait entre les méplats et les saillies de chaque pied, pour une attitude semblable, des différences profondes et étendues que le dessin mettait en évidence d'une façon remarquable et qui s'expliquaient par le déplacement scaphoïdien.

» Dans les ostéo-arthrites tuberculeuses, la méthode graphique montre les reliefs que forment les fongosités, reliefs qui passent inaperçus pendant longtemps pour certaines jointures. Au coude, par exemple, la découverte de fongosités légères n'est pas aisée, lorsque les culs-de-sac placés entre l'olécrâne et les tubérosités humérales sont à peine tuméfiés. Pareilles difficultés se montrent quelquefois au genou, surtout au cou-de-pied, dans les gouttières interne et externe. On sait quelle est l'importance de la découverte des fongosités dans les phases initiales. Aussi doit-on mettre à profit les enseignements de la méthode graphique, qui aplanit toutes les difficultés et révèle ce que l'œil ne découvrirait pas sans elle.

» Je puis citer encore des exostoses parenchymateuses épiphysaires ou dia-épiphysaires, maladies d'origine habituellement syphilitique (et il s'agit particulièrement de syphilis héréditaire), qu'on a de la peine à reconnaître, qu'on méconnaît même quand elles sont peu prononcées et que, par contre, la méthode graphique permet d'apprécier immédiatement en montrant inscrit le développement inégal des os, de leurs saillies épi- ou apophysaires, leurs courbures anormales, la saillie de leurs bords ou la convexité de leurs faces comme au tibia, à la clavicule.

» J'ai dit plus haut que la méthode graphique était également utile dans l'examen des lésions de la face. Grâce à elle, en effet, on peut reconnaître et montrer des déformations osseuses, l'asymétrie faciale, le niveau différent des arcades orbitaires, de la ligne des yeux, du plan horizontal des oreilles, de certains plis ou rides, toutes choses qui passent si souvent inaperçues pour ceux qui n'ont pas la grande habitude d'examiner et de comparer.

» Dans un cas, j'ai pu établir par la plume que la branche du maxillaire d'un côté descendait de 1^{cm} plus bas que l'autre, que cette branche était hyperostosée ainsi que l'apophyse zygomatique, chez un sujet syphilitique présentant en apparence une simple asymétrie faciale.

» Au front, au crâne, la méthode graphique rendra plus évidentes des bosses, des hyperostoses qu'on ne cherche pas, et l'asymétrie si commune du crâne; elle sera encore utile pour dessiner les lambeaux autoplastiques qu'on désire employer.

» Du côté du rachis, elle est indispensable si l'on veut mettre bien en relief les courbures de cette partie du squelette, en particulier les scolioses au début et leur degré ultérieur.

» La méthode graphique est également utile dans le mal de Pott; elle fait voir l'étendue de la gibbosité, la vertèbre la plus saillante et, comme chaque apophyse vertébrale est pointée, on compte facilement le nombre des vertèbres qui forment la courbure anormale; elle indique enfin le sens de la gibbosité.

» Il me reste à parler de l'application de la méthode graphique à la poitrine et à l'abdomen.

» En ce qui concerne la poitrine, je me bornerai à rappeler que, il y a longtemps déjà, Piorry et une multitude de médecins, depuis, à son exemple, se sont servis de crayons et de plumes pour tracer la limite des organes normaux ou altérés, et je n'ai rien à y ajouter.

» On peut inscrire sur l'abdomen un pentagone intéressant par des

lignes unissant les deux épines iliaques antérieures et supérieures aux rebords saillants des fausses côtes d'une part et à la symphyse pubienne d'autre part.

» Le cinquième côté sera constitué par une ligne allant d'un rebord costal à l'autre. Si dans ce pentagone on dirige, en partant de l'ombilic, une ligne sur le milieu d'une autre, allant de l'épine iliaque à la symphyse, on laisse immédiatement en dehors de cette ligne le cæcum et son appendice du côté droit; une partie de l'S iliaque, et la fin du gros intestin du côté gauche.

» Le losange médian comprend, en plus de quelques anses d'intestin grêle sur le milieu, la vessie, le corps de l'utérus et le rectum chez la femme, la vessie, la prostate, les vésicules séminales et le rectum chez l'homme; de chaque côté sont les annexes utérines.

» On peut tracer dans ce pentagone, en partant du côté interne du cæcum au niveau de l'origine de l'intestin grêle, la ligne oblique de l'insertion du mésentère. Cette insertion va en ligne droite du point précédent à la partie latérale gauche du corps de la seconde vertèbre lombaire qu'il est facile de marquer en arrière du tronc. Cette ligne tracée comme le montre notre dessin, on la divisera en trois segments égaux en partant du cæcum. Or, si l'on dessine une circonférence au compas, en prenant pour centre le point d'union du second et du troisième segment et pour rayon la longueur des deux segments inférieurs, on a la situation approximative de l'intestin grêle dans l'abdomen. Le gros intestin l'encadre. Il va de soi que beaucoup de particularités tenant au développement du ventre peuvent modifier les rapports précédents.

» En résumé, la *méthode graphique* peut être appliquée avec fruit dans une foule de circonstances différentes où la photographie et la radiographie ne sauraient la remplacer. C'est une leçon de choses qui consiste à inscrire à l'aide du toucher, sur le tableau, c'est-à-dire sur l'homme vivant, à leur vraie place et sans erreur d'interprétation possible, ce qui n'est pas le propre de la radiographie, les particularités superficielles et profondes d'une région du corps, dont l'analyse devient facile par comparaison.

» A elle seule elle peut, dans bien des cas, donner immédiatement la clef d'un diagnostic, le rendre plus facile et plus précis, et depuis vingt-cinq ans que je l'emploie et que je l'enseigne elle m'a rendu les plus grands services : elle appelle l'attention sur des altérations qu'on n'aurait pas découvertes sans son aide et elle fournit, par voie de conséquence, des indications utiles à la thérapeutique. Enfin, la méthode est à la portée de tout le monde

et j'ai connu des parents qui s'en sont emparés pour apprécier et suivre les modifications opérées dans l'état de leurs enfants par la thérapeutique employée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un nouveau théorème général de la théorie des fonctions analytiques;* par M. G. **Mittag-Leffler**.

« Considérons l'intégrale

$$\int_L e^{e^z} \frac{dz}{z-x},$$

où le contour L, qui est parcouru dans le sens direct, sera défini de la manière suivante :

» Il est composé de deux droites parallèles à l'axe des z, infinies dans le sens positif de cet axe et situées de côté et d'autre de lui à une distance intermédiaire entre $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$. Ces deux droites sont réunies à l'aide d'une droite orthogonale à l'axe réel qui coupe cet axe en un point arbitraire. Si l'on suppose que x est situé du même côté de L que les points réels négatifs infiniment éloignés, l'intégrale définit une fonction entière de x, soit $\mathcal{E}(x)$, et l'égalité

$$\mathcal{E}(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_L e^{e^z} \frac{dz}{z-x}$$

a lieu pour tous ces points x.

» Considérons $\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}$, où ω sera une quantité réelle positive et x appartient à un domaine D qui sera fini, simplement connexe et extérieur à la partie de l'axe réel positif qui se trouve entre le point *un* et l'*infini*. On peut démontrer que l'expression $\lim\limits_{\omega=\infty} \frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}$ s'approche de zéro d'une manière uniforme.

» Il s'ensuit que l'expression $\lim\limits_{\omega=\infty} \frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)} e^{1-\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}}$ s'approche de zéro uniformément pour le domaine et qu'elle s'approche encore de zéro uniformément pour toute partie finie de l'axe réel positif qui se trouve entre le point *un* et l'*infini*. Pour $x = 1$, elle devient égale à *un*.

» C'est cette expression qui me servira à compléter d'une manière importante mes anciennes recherches de 1884, dans le Tome IV des *Acta mathematica*.

» Construisons de la manière suivante une étoile $\mathfrak{A}$ appartenant aux constantes k_0, k_1, k_2, ... qui définissent la branche fonctionnelle

$$FC(x) = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots.$$

» On sort d'un entourage C_1 du point $x = 0$, tel que la branche fonctionnelle $FC_1(x)$ obtenue par le prolongement analytique de $FC(x)$ dans l'intérieur de C_1 n'ait qu'un nombre dénombrable de singularités et reste d'ailleurs déterminée et uniforme. On fixe un certain vecteur l issu de l'origine. On regarde dans la suite un entourage C_2 d'un point de l appartenant à C_1 où la continuation de la branche $FC_1(x)$, soit $FC_2(x)$, se comporte quant à C_2 de la même manière que $FC_1(x)$ quant à C_1. Ce domaine C_2 pourra sortir de C_1. Dans ce cas, on fixe C_2 d'une telle manière que cette circonstance arrive, on prend un point à l'intérieur de C_2 situé sur l et extérieur à C_1, et l'on appelle C_3 un entourage de ce point muni des mêmes propriétés que C_1 et C_2 auparavant, et ainsi de suite.

» On peut avancer de cette manière le long du vecteur l sans être jamais arrêté à distance finie de l'origine. Dans ce cas tout le vecteur l est compté appartenir à l'étoile $\mathfrak{A}$.

» Mais il se peut aussi bien qu'on trouvera le vecteur l limité à une distance l_1 qu'on ne pourra pas passer. Cette circonstance aura lieu si le point extrême de l_1, sans que la fonction $F(x)$ cesse d'être uniforme, fait partie d'un ensemble parfait de singularités. Elle aura encore lieu si la fonction cesse d'être uniforme dans l'entourage de ce point extrême. La partie l_1 du vecteur sera comptée comme appartenant à l'étoile $\mathfrak{A}$. On obtient l'étoile complète en procédant de la même manière pour tous les vecteurs l. On voit que les points singuliers de $F\mathfrak{A}(x)$ à l'intérieur de $\mathfrak{A}$ forment un ensemble dénombrable.

» Entre autres théorèmes généraux, j'ai démontré dans mon Mémoire de l'année 1884 le théorème suivant que j'exprimerai ici sous une forme moderne :

» *La fonction* $F\mathfrak{A}(x)$ *pourra toujours être exprimée par une série :*

$$F\mathfrak{A}(x) = \sum_{\nu=1} F_\nu(x) + F\mathfrak{A}(x),$$

où $F\mathfrak{A}(x)$ *représente une branche fonctionnelle qui est régulière et uniforme partout à l'intérieur de* $\mathfrak{A}$, *tandis que la série* $\sum_{\nu=1} F_\nu(x)$ *est uniformément*

convergente pour chaque domaine à l'intérieur de $\mathfrak{A}$ qui n'embrasse aucun point singulier (*c'est-à-dire* à l'intérieur ou sur la frontière de laquelle ne se trouve aucun point singulier) *et que les fonctions* $F_\nu(x)$ *sont munies des caractères suivants :*

» 1° La fonction $F_\nu(x)$ est une fonction uniforme de x qui est régulière sauf aux deux points a_ν et b_ν, dont a_ν est un point singulier à l'intérieur de $\mathfrak{A}$ et b_ν est un pôle choisi d'une manière spéciale et situé à l'intérieur ou sur la frontière de $\mathfrak{A}$.

» 2° En désignant par D un continuum quelconque appartenant à $\mathfrak{A}$ et par a_{ν_D} les points singuliers a_ν à l'intérieur de ce continuum, la différence $F\mathfrak{A}(x) - \sum\limits_{\nu_D} F_{\nu_D}(x)$ sera régulière partout à l'intérieur de D.

» Pour former les fonctions $F_\nu(x)$, il faut la connaissance de la manière dont se comporte la fonction $F\mathfrak{A}(x)$ aux environs de chaque point singulier à l'intérieur de $\mathfrak{A}$. En n'ayant pas cette connaissance et en ne sachant de la branche fonctionnelle $F\mathfrak{A}(x)$ autre chose qu'elle est définie par la formule

$$FC(x) = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots,$$

c'est-à-dire par les constantes $k_0, k_1, k_2, \ldots$, on pourra se demander si elle peut être représentée à l'intérieur du domaine $\mathfrak{A}$ par une seule et même expression, où il n'entre de la fonction que ces constantes. C'est en réalité le cas et cette formule est même d'une très grande simplicité formelle. Elle est une conséquence presque immédiate de mon théorème de 1884 ensemble avec le théorème sur $E(x)$. Faisons

$$\frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)} e^{1 - \frac{\mathcal{E}(\omega x)}{\mathcal{E}(\omega)}} = \sum_{\nu=0}^{\infty} H_\nu(\omega) x^\nu$$

et la formule sera

$$F\mathfrak{A}(x) = \lim_{\omega=\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} (k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu) H_{\nu+1}(\omega),$$

où l'égalité a lieu pour chaque point régulier de $F\mathfrak{A}(x)$. Le second nombre est uniformément convergent pour chaque domaine à l'intérieur de l'étoile principale A des constantes $k_0, k_1, k_2, \ldots$. Elle est encore uniformément convergente pour chaque partie d'un vecteur issu de l'origine et appartenant au domaine $\mathfrak{A}$ qui n'embrasse aucun point singulier. On voit que je n'ai fait absolument aucune supposition concernant la nature de $F(x)$. On

n'en connaît rien sauf les constantes k_0, k_1, k_2, ... Cette circonstance est capitale et fait de ma formule une vraie et nouvelle généralisation de la formule de Taylor. MM. von Koch et Painlevé ont trouvé des expressions analogues à la mienne, mais ils ont dû faire alors sur $F(x)$ la supposition qu'elle n'a que des pôles à l'intérieur de $\mathfrak{A}$.

» En faisant sur $F(x)$ la supposition très générale qu'elle est une fonction uniforme n'ayant qu'un nombre dénombrable de singularités, l'étoile embrassera tout le plan, et l'on obtient pour tous les points, sauf les singularités :

$$F(x) = \lim_{\omega=\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} (k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu) H_{\nu+1}(\omega).$$

» Il reste à examiner la question très difficile : *Est-ce que l'étoile $\mathfrak{A}$ est une étoile de convergence, ou est-il possible de modifier d'une telle manière le choix de la fonction $\mathcal{E}(x)$ que cette circonstance aura lieu?* Une réponse affirmative me paraît devoir être un grand progrès. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Remarques à propos des Communications de M. A. Charpentier et des revendications de priorité auxquelles elles ont donné lieu;* par M. D'ARSONVAL.

« Ainsi que je l'ai déjà dit de vive voix à l'Académie, M. Charpentier n'a jamais eu la prétention d'avoir émis le premier *l'idée* que, en dehors des radiations calorifiques, il émane du corps humain d'autres radiations de nature plus ou moins inconnue.

» Cette *idée* est, en effet, vieille de plusieurs siècles et se retrouve notamment dans les tableaux des peintres mystiques, dans le fluide des magnétiseurs, dans l'od de Reichenbach, etc., sans parler des contemporains.

» M. Charpentier s'est borné à montrer par des expériences nouvelles : 1° qu'il émane du corps humain des radiations, analogues aux rayons N de M. Blondlot, capables d'augmenter la luminescence des corps phosphorescents; 2° que ces radiations peuvent être transmises le long d'un fil métallique; 3° qu'elles sont renforcées par certaines substances, etc. (voir ses différentes Notes) et 4° qu'enfin ces radiations *n'influencent pas la plaque photographique,* puisque ce sont des rayons N, en grande partie.

» Ces Communications ont donné lieu à des revendications de priorité de la part de MM. Audollent, Baraduc, Darget, Galtier, Köhler, etc.

» La plupart de ces auteurs ont employé la photographie pour démontrer l'existence de ces radiations nouvelles, or les radiations étudiées par M. Charpentier n'influencent pas les plaques photographiques; il s'agit donc d'autre chose. En tout cas, aucun d'eux n'a signalé ce fait que les radiations en question augmentent la luminescence des corps phosphorescents ou se laissent conduire par des fils métalliques, loin de leur centre d'émission, tout en conservant leurs caractéristiques physiques (longueur d'onde, indice de réfraction, etc.), *rayons conduits* de Charpentier.

» Les faits signalés par M. Charpentier sont donc nouveaux et comme méthode d'investigation et comme résultats physiques ou biologiques obtenus. »

CORRESPONDANCE.

M. **Fourtau** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction dont ses travaux ont été l'objet dans la dernière séance publique.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une classe particulière de systèmes conjugues persistants.* Note de M. D. Th. Egorov.

« Considérons une surface S et soit Σ l'une des deux nappes de la développée de S. Il est bien connu que les lignes de courbure $u =$ const., $v =$ const. de la surface initiale S correspondent à un système conjugué (sur la surface Σ) dont l'une des familles, soit la famille $v =$ const., est composée de géodésiques.

» Admettons que ce système soit un système conjugué *persistant,* c'est-à-dire un système tel que la surface Σ puisse être déformée d'une manière continue, les deux familles $u =$ const. et $v =$ const. restant conjuguées. Il est à peu près évident que la congruence des tangentes principales de la surface S, qui sont parallèles aux normales de la surface Σ, est une congruence de Ribaucour ayant pour surface génératrice une surface dont l'une des deux familles de lignes asymptotiques est composée de courbes à torsion constante; la surface S appartient par conséquent à la classe de surfaces signalées par M. Bianchi (*Annali di matematica,* série II, t. XVIII).

» Pour le vérifier par un calcul direct, on pourra procéder de la manière suivante : les conditions nécessaires et suffisantes pour que le système

$u =$ const., $v =$ const. soit un système conjugué persistant sur la surface Σ s'expriment par les deux équations

$$(1) \qquad \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} = 0, \qquad \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} = \varphi(u) = \frac{U'}{U},$$

les crochets de Christoffel étant formés avec les coefficients de l'élément linéaire $d\sigma'$ de la représentation sphérique relative à la surface Σ. Or la représentation sphérique de Σ est connue dès qu'on connaît celle de S, et les coefficients de $d\sigma'$ s'expriment aisément au moyen des coefficients e, g et de leurs dérivées, l'élément linéaire $d\sigma$ de la représentation sphérique de la surface S étant défini par l'équation

$$(2) \qquad d\sigma^2 = e\,du^2 + g\,dv^2.$$

» En substituant ces expressions dans les équations (1), la première est satisfaite identiquement; en intégrant la seconde par rapport à u, on obtient

$$(3) \qquad \frac{1}{\sqrt{e}} \frac{\partial \sqrt{g}}{\partial u} = \mathrm{UV},$$

ou bien, en réduisant, par un choix convenable de la variable v, la fonction V à l'unité,

$$(4) \qquad \frac{1}{\sqrt{e}} \frac{\partial \sqrt{g}}{\partial u} = \mathrm{U} \; (^1).$$

» Désignons par E, G les coefficients de l'élément linéaire ds de la surface S; les formules bien connues de M. Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 386) nous fournissent les deux équations

$$(5) \qquad \frac{1}{\sqrt{\mathrm{E}}} \frac{\partial \sqrt{\mathrm{G}}}{\partial u} = -\frac{1}{\sqrt{e}} \frac{\partial \sqrt{g}}{\partial u} = -\mathrm{U}, \qquad \frac{1}{\sqrt{\mathrm{G}}} \frac{\partial \sqrt{\mathrm{E}}}{\partial v} = -\frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial \sqrt{e}}{\partial v}.$$

» La première fait voir que la surface S appartient effectivement à la classe considérée par M. Bianchi dans son Mémoire cité. En substituant dans la seconde les valeurs de $\sqrt{\mathrm{E}}$ et de $\sqrt{e}$ tirées de la première des équations (5) et de l'équation (4), on remarquera que $\sqrt{\mathrm{G}}$ satisfait à l'équation de Laplace à invariants égaux

$$(6) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial^2 \sqrt{g}}{\partial u\, \partial v} \theta$$

(1) Si la fonction U se réduit à une constante, la surface Σ devient une surface de Voss et la surface S correspondante appartient à la classe de surfaces signalées par M. Guichard. Dans le cas général, on peut réduire U à telle fonction de u qu'on voudra, par exemple à u.

qui admet les solutions particulières

$$\frac{\xi}{U}, \quad \frac{\eta}{U}, \quad \frac{\zeta}{U}, \quad \frac{\Pi}{U},$$

ξ, η, ζ, Π étant respectivement les cosinus directeurs de la normale et la distance de l'origine au plan tangent à la surface Σ.

» La condition (4) peut être mise sous une forme équivalente qui nous permettra d'indiquer une solution nouvelle du problème des systèmes conjugués persistants. Considérons à cet effet l'équation tangentielle de Laplace

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 \mathfrak{F}}{\partial u \, \partial v} = \frac{1}{\sqrt{e}} \frac{\partial \sqrt{e}}{\partial v} \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial u} + \frac{1}{\sqrt{g}} \frac{\partial \sqrt{g}}{\partial u} \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial v},$$

relative au système conjugué formé par les lignes de courbure de la surface S. En y posant $\mathfrak{F} = g$ et en intégrant par rapport à u, on parvient à une relation de la forme (3); par conséquent, les surfaces S de la classe considérée peuvent être caractérisées par la propriété suivante : *l'équation tangentielle relative au système des lignes de courbure admet comme solution particulière le coefficient g de l'élément linéaire $d\sigma$ de la représentation sphérique.* On verrait de même que l'équation ponctuelle admet la solution particulière G. Or, l'équation tangentielle (7) admet comme solutions particulières les cosinus directeurs X, Y, Z de la normale; la surface S appartiendra par suite à la classe considérée, si le coefficient g est égal à une combinaison linéaire (à coefficients constants) des trois cosinus X, Y, Z. En choisissant convenablement les axes, on pourra supposer en particulier

$$(8) \qquad g = \frac{n - Z}{m},$$

n, m étant deux constantes dont la seconde peut être réduite à l'unité. Désignons par Δ' le paramètre différentiel du premier ordre relatif à la forme différentielle quadratique $d\sigma^2$. Le cosinus directeur Z satisfait à l'équation bien connue $\Delta'(Z) = 1 - Z^2$; en y substituant la valeur de Z, tirée de l'équation (8), et en tenant compte de l'équation (4), on a

$$(9) \qquad 4\left(\frac{\partial \sqrt{g}}{\partial v}\right)^2 = \frac{1}{m^2} - \left(\frac{n}{m} - g\right)^2 - 4U^2 g.$$

» L'équation (9) s'intègre aisément et l'on obtient l'expression de g au moyen de fonctions elliptiques dont le module dépend de la variable u. La solution particulière obtenue dépend d'une fonction arbitraire. Le coefficient g étant déterminé, on peut tirer la valeur de e de l'équation (4). De

même, l'équation (8) nous fournit la valeur de Z; les deux autres cosinus directeurs X et Y s'obtiennent par des quadratures. La recherche des surfaces S correspondant à la représentation sphérique obtenue revient à l'intégration de l'équation (6) qui détermine le coefficient G de l'élément linéaire; après avoir obtenu G on aura E par l'équation (5) et, en appliquant les formules d'Olinde Rodrigues, on obtiendra les coordonnées x, y, z par des quadratures.

» Soit θ_1 une solution particulière de l'équation (6); en prenant $\sqrt{G} = \theta_1$, déterminons la surface S_1 correspondante. Construisons la surface Σ_1 (lieu des centres de courbure de la surface S_1) et calculons la distance Π de l'origine au plan tangent de Σ_1. En divisant Π par U, on obtient une solution nouvelle θ_2 de l'équation (6) et, par suite, en posant $\sqrt{G} = \theta_2$, on obtient une nouvelle surface S_2 de la classe considérée. En continuant de la même manière, on parviendra à une suite infinie $S_1, S_2, S_3, \ldots$, de surfaces; il est évident qu'on pourrait la prolonger aussi dans le sens inverse.

» Prenons comme solution initiale

$$\theta_1 = a\frac{\zeta}{U} + b\frac{\eta}{U} + c\frac{\xi}{U} = \frac{1}{U\sqrt{e}}\left(a\frac{\partial X}{\partial u} + b\frac{\partial Y}{\partial u} + c\frac{\partial Z}{\partial u}\right).$$

» La détermination de toutes les surfaces S et Σ n'exige alors que des quadratures. De même on verrait aisément que la détermination des surfaces applicables sur les surfaces Σ avec conservation du système conjugué considéré, revient aux quadratures. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes d'opérations.* Note de M. G.-A. **Miller**, présentée par M. Jordan.

« A. Soient $p^{\alpha_1}, p^{\alpha_2}, \ldots, p^{\alpha_n} (\alpha_1 \geqq \alpha_2 \geqq \ldots \geqq \alpha_n)$ les invariants d'un groupe abélien (G) d'ordre p_m, p étant un nombre premier quelconque. Le nombre des différents types de sous-groupes [1] qui ont $k > 1$ invariants est donné par la formule

$$\sum_{\lambda=\alpha_k-1}^{\lambda=0} \cdots \sum_{\gamma=\alpha_3-1}^{\gamma=\delta} \sum_{\beta=\alpha_2-1}^{\beta=\gamma} \alpha_1 - \beta.$$

---

[1] Burnside, *Theory of groups of finite order*, 1897, p. 58. A moins que le contraire ne soit exprimé, l'identité n'est pas comprise dans le terme sous-groupe. Toutefois, G est regardé comme sous-groupe de lui-même.

» Il est clair que le nombre des types des sous-groupes circulaires est α_1. Pour déterminer le nombre total des sous-groupes d'un type donné, il suffit de déterminer le nombre de manières de choisir ses générateurs indépendants parmi les opérations de G, et de diviser ce nombre par le nombre de manières de choisir les générateurs indépendants dans le sous-groupe [1]. De là, le nombre des sous-groupes de G, dont les invariants sont $p^{\beta_1}, p^{\beta_2}, \ldots, p^{\beta_l}(\alpha_1 \geqq \beta_1, \alpha_2 \geqq \beta_2, \ldots, \alpha_l \geqq \beta_l)$ est donné par la formule [2]

$$\frac{\left(p^{m_1+\ldots+m_{\beta_1}} - p^{m_1+\ldots+m_{\beta_1}-1}\right)\ldots\left(p^{m_1+\ldots+m_{\beta_l}} - p^{m_1+\ldots+m_{\beta_l}-1+l-1}\right)}{\left(p^{n_1+\ldots+n_{\beta_1}} - p^{n_1+\ldots+n_{\beta_1}-1}\right)\ldots\left(p^{n_1+\ldots+n_{\beta_l}} - p^{n_1+\ldots+n_{\beta_l}-1+l-1}\right)},$$

où $m_\alpha(\alpha = 1, \ldots, l)$ représente le nombre des invariants de G qui ne sont pas moindres que p^α, et n_α a la même signification en ce qui concerne les invariants des sous-groupes requis. En particulier $m_1 = n, n_1 = l$.

» B. Pour trouver le nombre des sous-groupes caractéristiques de G [3], il faut énoncer explicitement si les invariants sont égaux. Supposons que G ait β_1 invariants égaux à p^α, β_2 égaux à p^{α_2}, ..., β_n égaux à p^{α_n}

$$(\alpha_1 > \alpha_2 > \ldots > \alpha_n).$$

Il y a juste n sous-groupes caractéristiques, lesquels ne contiennent aucune opération dont l'ordre excède p. Le plus petit de ceux-ci est d'ordre p^{β_1} et *il est contenu dans chaque sous-groupe caractéristique possible de* G. Quand $p > 2$, le nombre des sous-groupes caractéristiques de G est donné par la formule

$$\sum_{\rho=1}^{\rho=n} (\alpha_1 - \alpha_2 + 1)(\alpha_2 - \alpha_3 + 1)\ldots(\alpha_{\rho-1} - \alpha_\rho + 1)(\alpha_\rho - \alpha_{\rho+1}).$$

» Cette formule donne aussi le nombre des différents systèmes d'opérations conjuguées sous le groupe des isomorphismes de G. Quand $p = 2$, la formule donne encore le nombre des différents systèmes d'opérations conjuguées de G, mais la formule pour le nombre des sous-groupes caractéristiques devient un peu plus compliquée.

» Ces résultats peuvent être facilement appliqués aux groupes abéliens

(1) Ce nombre est l'ordre de groupe des isomorphismes de ce sous-groupe.

(2) Heffter, *Crelle*, t. 119, 1898, p. 261.

(3) Un sous-groupe caractéristique de G est un sous-groupe qui comprend toutes les conjuguées des opérations du sous-groupe sous le groupe des isomorphismes de G.

d'ordre quelconque. En effet, le nombre des sous-groupes d'un tel groupe d'ordre $p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \ldots p_\lambda^{\alpha_\lambda}$ ($p_1, p_2, \ldots, p_\lambda$ étant des nombres premiers différents) est le produit des nombres des sous-groupes dans le groupe d'ordre $p_1^{\alpha_1}$, $p_2^{\alpha_2}$, ..., $p_\lambda^{\alpha_\lambda}$ contenus dans G. Ceci est également vrai pour le nombre des sous-groupes caractéristiques de G. Dans ce paragraphe, l'identité et le groupe entier sont compris dans le terme sous-groupe.

» Si s_1 et s_2 représentent deux opérations non commutatives d'ordre quatre telles que $s_1^2 s_2^2 = 1$, il est facile de voir que

$$s_1^3 s_2^3 = s_1 s_2 = (s_2 s_1)^{-1}.$$

» De là s_1, s_2 sont les générateurs d'un groupe dont l'ordre est ou deux fois l'ordre de $s_1 s_2$ ou quatre fois cet ordre. Ce groupe est complètement défini en donnant l'ordre de $s_1 s_2$ et en faisant connaître si s_1^2 est une puissance de $s_1 s_2$ ou non. Si s_1^2 est une puissance de $s_1 s_2$, et si l'ordre de $s_1 s_2$ est $2k$ ($k = 2, 3, \ldots, \infty$), G contient un sous-groupe circulaire d'ordre $2k$, et $2k$ opérations additionnelles d'ordre quatre qui transforment toutes les opérations de ce gronpe circulaire en leurs inverses. Ce système comprend tous les groupes non circulaires d'ordre p^m, lesquels contiennent seulement un sous-groupe d'ordre h^s, $0 < s < m$ (¹). Si s_1^2 n'est pas une puissance de $s_1 s_2$, les opérations s_1, s_2 engendrent un système de groupes d'ordre $4k$

$$(k = 3, 4, \ldots, \infty)$$

qui se compose du produit direct d'un groupe circulaire d'ordre k et d'une opération d'ordre 2, plus les $2k$ opérations d'ordre 4 qui transforment toutes les opérations de ce produit direct en leurs inverses. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de la Géométrie et la théorie des substitutions*. Note de M. Ed. Maillet, présentée par M. Jordan.

« I. On sait (²) que si une équation algébrique à coefficients réels possède $2k$ racines imaginaires exactement, son groupe contient une substitution d'ordre 2 à k cycles permutant 2 à 2 les racines imaginaires conju-

---

(¹) Burnside, *loc. cit.*, p. 75.

(²) *Association française pour l'avancement des Sciences*, Mémoire du Congrès de Saint-Étienne, 1897, p. 196.

guées. Ce résultat comporte un certain nombre d'applications aux équations de la géométrie.

» II. Nous nous aidons du théorème suivant, qui comprend comme cas particuliers plusieurs théorèmes de M. Jordan (¹).

» Soient les congruences

$$x'_\rho + x''_\rho + \ldots + x^{(r_1)}_\rho \equiv 0 \pmod r$$

($\rho = 1, 2, \ldots, q$, r, r_1 donnés, $r_1 > 2$), et r^q lettres caractérisées par les q indices $x_1, x_2, \ldots, x_q$ (mod r). Soit C un système quelconque de ces r_1 lettres, distinctes ou non, dont les indices forment une solution de ces congruences.

» Quand r est une puissance exacte d'un nombre premier, l'ensemble des substitutions entre les r^q lettres qui permutent entre elles toutes ces combinaisons C est le groupe Γ dérivé du groupe G′ des substitutions linéaires homogènes

$$|x_1, \ldots, x_q, \quad a_1^1 x_1 + \ldots + a_1^q x_q, \ldots, \quad a_q^1 x_1 + \ldots + a_q^q x_q| \qquad \pmod r$$

et du groupe G′ des substitutions

$$|x_1, \ldots, x_q, \quad x_1 + \alpha_1, \ldots, x_q + \alpha_q| \qquad \pmod r$$

où $\alpha_1, \ldots, \alpha_q$ prennent (mod r) toutes les valeurs possibles multiples de $\frac{r}{\delta}$, δ étant le plus grand commun diviseur de r et r_1.

» Ce théorème est encore exact quand $r_1 = 3$, $q = 3$, $r = 6$.

» III. Notre propriété I pose la question de la détermination de la classe des substitutions d'ordre 2 ou même de la classe d'un groupe quelconque, en vue des applications à la théorie des équations et à la géométrie. On peut indiquer une méthode générale qui, appliquée à chaque groupe, permettra de résoudre la question, ou au moins de trouver des conditions nécessaires auxquelles doivent satisfaire la classe de ces substitutions d'ordre 2. *Les substitutions (d'ordre 2 ou non) du groupe linéaire général non homogène de degré $p^{\mu n}$ à n indices (mod p^μ) déplacent nécessairement $p^{\mu n}$ ou*

$$(p^{\mu n} - p^{(\mu-1)n+i_0}) + (p^{(\mu-1)n} - p^{(\mu-2)n+i_1}) + \ldots + (p^\mu - p^{i_{\mu-1}})$$

lettres, avec $i_0 = 0, 1, 2, \ldots,$ ou $n-1$, $i_1, i_2, \ldots, i_{\mu-1}$ égaux à $0, 1, 2, \ldots,$ ou n. Ce groupe est de classe $p^{\mu n} - p^{\mu n - 1}$.

» Quand $\mu = 1$ et $p > 2$, les substitutions d'ordre 2 déplacent $p^{n-k}(p^k - 1)$ lettres ($k = 1, 2, \ldots,$ ou $n-1$); il y en a de chacune de ces classes.

(¹) JORDAN, *Traité des substitutions*, Livre III, Chapitre III.

Quand $\mu = 1$ et $p = 2$, elles déplacent (Jordan) $2^{n-k}(2k-1)$ lettres

$$\left[k = 1, 2, \ldots, \mathrm{E}\left(\frac{n}{2}\right)\right];$$

il y en a de chacune de ces classes.

» Les substitutions d'ordre 2 du groupe 1° de l'équation aux 27 droites des surfaces du troisième degré déplacent 24, 20 ou 12 lettres; 2° de l'équation aux 28 tangentes doubles des quartiques générales du quatrième ordre, 28, 24, 20 ou 12 lettres; 3° de l'équation aux 27 points, autres que les points d'inflexion, où une cubique générale a avec une conique un contact du cinquième ordre, 27, 26, 24 ou 18 lettres.

» IV. Ce qui précède, joint à I et au Chapitre III, Livre III, du *Traité des Substitutions* de M. Jordan, nous donne un certain nombre d'applications géométriques immédiates. Indépendamment de celles qui sont suffisamment indiquées ci-dessus, mentionnons celles-ci, à titre d'exemple :

» Parmi les 63 coniques tangentes en 4 points (dont un réel choisi arbitrairement) à une quartique générale réelle, si une est imaginaire, 32, 48 ou 56 sont imaginaires;

» Parmi les 16 points singuliers de la surface de Kummer, si un est imaginaire, 8, 12 ou 16 le sont.

» V. Incidemment, nous avons obtenu les résultats suivants, relatifs aux groupes de substitutions opérées par un groupe G de degré n entre les combinaisons ν à ν de ses lettres $\left(2 \leqq \nu \leqq \frac{n}{2}\right)$.

» 1° Si $n = \nu'!\,h - 1$ (h entier > 0), et si G est transitif entre les combinaisons ν à ν de ses lettres, il est transitif entre les combinaisons ν' à ν' de ses lettres quand $\nu' < \nu$; il en est de même pour n quelconque quand $\nu' = 1$ ou $\nu \leqq 3$.

» 2° n étant quelconque, si G est transitif entre les combinaisons ν à ν de ses lettres $\left(\nu \leqq \frac{n}{2}\right)$, et si p est le plus grand nombre premier inférieur à $n-2$ et $> \frac{n}{2}$, on a $\nu \leqq n-p$. Quand $n \geqq 40$, $\nu = \frac{n}{5}$: quand $n < 40$, $\nu \leqq 8$; quand [1] $13 < n < 9.10^6$, $\nu \leqq 4\,(\log d)$.

---

(1) Cette formule a été obtenue à l'aide des Tables de nombres premiers $\leqq 9.10^6$; mentionnons que ces Tables permettent de trouver deux nombres premiers dont la différence est $2h$, quel que soit $h \leqq 70$. Le logarithme est un logarithme ordinaire (base 10).

» 3° Si G est transitif entre les combinaisons ν à ν de ses lettres $\left(2 \leqq \nu \leqq \frac{d}{2}\right)$, G est primitif.

» Il existe des groupes transitifs entre les combinaisons ν à ν ($\nu = 2$ ou 3) de leurs lettres, et qui ne sont pas ν fois transitifs. »

PHYSIQUE. — *Balance azimutale quadrifilaire.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. H. Poincaré.

« On sait que la sensibilité des balances ordinaires est inversement proportionnelle à leur stabilité. Si l'on tient compte des flexions inévitables du fléau, la sensibilité décroît quand les poids en expérience croissent.

» Pour opérer à sensibilité constante il faut, à l'aide de pièces spéciales, compenser la flexion du fléau par une élévation convenable de son centre de gravité. Enfin la pratique montre que l'on ne peut dépasser certaines limites de sensibilité sans compromettre la stabilité; les balances deviennent folles.

» Un simple calcul numérique donne la raison de ces inconvénients. Par exemple, une balance du laboratoire d'enseignement de la Physique a un fléau de 50^{cm} de longueur, pesant 400^g; la balance est construite pour supporter au maximum 500^g sur chaque plateau.

» Pour que, sans cette charge, on ait sur un cadran placé à 25^{cm} du couteau une déviation de 1^{mm} pour une différence de 1^{mg}, il faudrait que la distance d de l'arête du couteau au centre de gravité du fléau soit de $0^{mm},16$; en supposant cette arête et les points d'attache des plateaux en ligne droite.

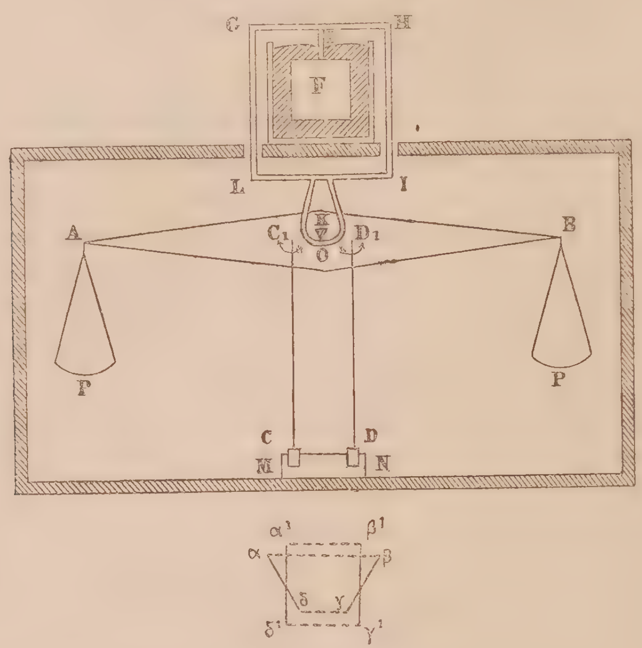
» En réalité il y a des flexions qui sont de l'ordre de d; pour les compenser on agit sur un écrou pesant 10^g. Si l'on suppose alors la même sensibilité rétablie, on trouve que la balance deviendrait folle pour un déplacement de l'écrou de l'ordre de $0^{mm},05$.

» Le système suivant évite ces inconvénients. Il a une stabilité indépendante de sa sensibilité qui peut d'ailleurs être rendue à la fois supérieure à celle d'une balance ordinaire et indépendante de la valeur des poids à évaluer.

» Le couteau K d'un fléau AOB, de longueur $2l$, repose en O sur un cadre GHIL, solidaire d'un flotteur F plongeant dans du mercure. Ce flotteur est réglé de façon que la poussée qu'il reçoit dépasse d'un poids p la somme des poids du flotteur, du cadre, du fléau et de la charge maximum 2P pour laquelle l'appareil est construit.

» On devra opérer à charge constante.

» L'excès p de la poussée sur les poids agit sur deux bifilaires CC_1, DD_1, fixés au fléau en C_1, D_1 symétriquement par rapport à l'arête du couteau K, et à une distance b de cette arête. Les fils $\alpha\delta$, $\gamma\beta$ de chaque bifilaire ont un écartement $2a$ et une longueur λ.



» En CD ces bifilaires sont attachés à deux pièces mobiles dans un bloc métallique MN fixé au socle de l'appareil. On donne à chaque bifilaire, à l'aide des pièces CD, deux torsions ω égales et de sens contraires.

» On a représenté en $\alpha\beta\gamma\delta$, $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ la trace des quatre fils dans le plan de CD et de C_1D_1.

» Sous l'action de poids égaux appliqués en A et B, le fléau demeure horizontal. Les torsions égales et inverses des bifilaires fixent le système fléau-flotteur dans un azimut déterminé. Le couple de torsion W de chaque bifilaire a pour valeur

$$W_1 = pa^2 \frac{\sin\omega}{\sqrt{\lambda^2 - 4a^2\sin^2\frac{\omega}{2}}}. \tag{1}$$

» Si l'on ajoute, en A par exemple, un poids dp, le fléau tend à s'incliner du côté A; il en est empêché par la tension des bifilaires; mais il s'établit entre ces tensions une différence qui a pour valeur

$$2\,dp\frac{l}{b}. \tag{2}$$

» Par suite de cette différence, le couple du bifilaire DD_1 l'emporte sur celui de CC_1. Le système tournera dans le sens de la torsion initiale de DD_1. Dans cette rotation la longueur du bifilaire DD_1 augmente, celle de CC_1 diminue; en même temps les bifilaires formés par les fils $\alpha\beta$ et $\gamma\delta$ introduisent un couple antagoniste. L'angle $d\omega$ dont tournera le système sera tel qu'il y ait équilibre entre ces différents couples.

» Un calcul approximatif permet de voir qu'avec un choix convenable des bifilaires, l'angle $d\omega$ serait très supérieur à celui décrit par le fléau oscillant librement autour de l'arête o, sous l'action du même dp.

» D'autre part, on conçoit que la stabilité du système a pour limite la charge de rupture des fils du quadrifilaire.

» Le calcul de la sensibilité de ce système est très compliqué si l'on part de l'expression du couple W.

» Mais M. H. Poincaré a bien voulu faire la théorie mécanique qu'on trouvera d'autre part ([1]). La discussion de la formule de sensibilité à laquelle cette théorie aboutit fera l'objet d'une prochaine Note.

» Une première balance de ce genre, réalisée assez grossièrement, a donné des résultats encourageants. Il est nécessaire d'assurer sur le flotteur une poussée parfaitement verticale.

» On élimine les difficultés pouvant provenir des actions capillaires sur la tige T à sa sortie du mercure en recouvrant celui-ci d'une couche de quelques millimètres d'eau faiblement acidulée.

» D'ailleurs il est plus commode d'opérer par une méthode de zéro. La pesée faite au centigramme près, on équilibre l'excès inconnu à l'aide d'une répulsion électrodynamique produite entre une bobine attachée au fléau ou au cadre GHIL, et une bobine fine. On envoie dans ces deux bobines un courant dont on règle l'intensité, avec une boîte de résistance, jusqu'à ramener l'appareil au zéro. On étalonne une fois pour toutes un excès de poids connu en fonction d'une intensité connue.

» Ce procédé, que j'ai décrit à propos de balances sans couteau ([2]), permet d'opérer à distance, très vite, et d'atteindre une sensibilité bien supérieure à celle que donne l'emploi des cavaliers, ou les méthodes de grossissement optique. »

([1]) Même *Compte rendu*, p. 869.

([2]) *Journal de Physique*, 4e série, t. I, juillet 1902, p. 441.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir pénétrant des rayons* N_1 *émis par certaines sources et leur emmagasinement par diverses substances.* Note de M. **Julien Meyer**, présentée par M. Mascart.

« M. Blondlot [1] a signalé récemment une nouvelle espèce de rayons N qui diminuent la phosphorescence du sulfure de calcium. Il a constaté que ces rayons, qu'il nomme N_1, sont émis par une lampe Nernst en même temps que les rayons N et qu'ils se produisent aussi quand on étire un fil de cuivre, d'argent ou de platine.

» J'ai utilisé comme sources de rayons N_1 un fil de verre ou de cuivre tendu ou un tube de verre fermé, à l'intérieur duquel on a diminué la pression. Le verre du tube soumis à l'état de contrainte résultant de la différence des pressions à l'intérieur et à l'extérieur est une source puissante de rayons N_1.

» En effet, l'éclat de l'écran à taches de sulfure, introduit sous une cloche de verre reposant sur la platine de la machine pneumatique, diminue quand la machine fonctionne et reprend sa valeur primitive quand on laisse rentrer l'air. Si l'on place l'écran à sulfure en dehors de la cloche, la phosphorescence diminue également dès le premier coup de piston.

» Une ampoule de lampe à incandescence dans laquelle ne passe aucun courant, un tube de Geissler à hydrogène, un tube de Crookes, sans qu'on les actionne par une bobine de Ruhmkorff, émettent d'eux-mêmes des rayons N_1.

» Tandis que les rayons N_1 de la lampe Nernst sont arrêtés par une lame de plomb oxydée ou une feuille de papier mouillée, ceux qui proviennent des sources précédentes jouissent d'un pouvoir pénétrant considérable : l'action d'une ampoule de lampe à incandescence sur l'écran n'est pas, en effet, sensiblement diminuée si l'on intercale entre l'ampoule et l'écran une planche de 10^{cm} d'épaisseur ou une feuille de plomb oxydée de 1^{mm} d'épaisseur repliée sur elle-même de façon à être traversée huit fois, ou un vase de verre de 10^{cm} d'épaisseur rempli d'eau pure.

» Le carton, la paraffine, l'aluminium, le zinc, le fer, le cuivre, l'argent, l'or, le mercure, la main sont aussi transparents pour ces radiations.

» Je n'ai trouvé, comme corps opaque, que le platine sous une épaisseur de 1^{mm}, et le verre dit opale sous une épaisseur de 3^{mm}.

» En étudiant la réfraction de ces rayons N_1 à l'aide d'une lentille d'alu-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 545, 29 février 1904.

minium, j'ai eu l'occasion de constater que ce métal les emmagasine en grande quantité et qu'il en émet pendant plus de 24 heures après qu'on l'a éloigné de la source.

» Le verre ordinaire, le crown les emmagasinent mais gardent peu de temps la faculté d'en émettre. Le plomb, le cuivre, l'eau pure ne les emmagasinent pas.

» L'eau salée, la dissolution d'hyposulfite de soude dans l'eau, soumises à l'action d'une source de rayons N_1 deviennent elles-mêmes et restent très longtemps des sources.

» La main, après avoir été maintenue pendant quelque temps à une faible distance d'une source de rayons N_1, ou après l'avoir touchée, diminue elle-même la phosphorescence de l'écran quand on l'en approche. Elle garde cette propriété pendant plusieurs minutes. Ce fait paraît dû à l'emmagasinement des rayons N_1 par la sueur, qui se comporte comme l'eau salée. Cette explication semble d'autant plus admissible que, si on lave la main à grande eau, elle cesse d'agir sur l'écran.

» Les rayons N_1 émis par les sources précédentes sont réfractés par des prismes de verre, de cuivre et d'aluminium et sont diffractés par un réseau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre des Balkans, 4 avril 1904.* Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart.

« Les journaux du 5 avril ont publié des dépêches relatives au tremblement de terre survenu dans les Balkans le 4 avril dernier, entre midi et 1^h du soir (temps local). Les secousses, faibles à Belgrade et à Sofia, sont au contraire les plus fortes qu'on ait ressenties à Philippopolis depuis 50 ans. Dans cette dernière ville, le mouvement sismique, dirigé de l'ouest à l'est, était accompagné d'un fort grondement; les habitants, effrayés, sont sortis en hâte de leurs maisons, mais les bâtiments n'ont subi que peu de dégâts.

» Les courbes relevées au magnétographe de l'observatoire du Val-Joyeux portent la trace très nette du phénomène.

» De $10^h 21^m$ à $10^h 27^m$ (temps moyen de Paris), les barreaux du déclinomètre et du bifilaire subissent une série de mouvements vibratoires se traduisant simplement par un épaississement marqué des courbes, puis, à $10^h 42^m$, les trois aimants sont agités brusquement, le mouvement oscillatoire atteignant au début une amplitude de $4'$ sur celui du déclinomètre; cette forte secousse est suivie d'une seconde de même intensité à 5 minutes d'intervalle.

» La connaissance de l'heure précise à laquelle les secousses se sont pro-

duites permettrait de déterminer la vitesse de propagation de l'onde sismique. Les coordonnées géographiques de Philippopolis sont : latitude $42^\circ 8' 52''$N; longitude, $22^\circ 24' 45''$ ($1^h 29^m 39^s$)E de Paris. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Osmose électrique dans l'alcool méthylique.* Note de M. A. Baudouin, présentée par M. A. Haller.

« Ainsi que l'a montré une étude précédente [Jean Perrin, *Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact* (*Comptes rendus,* séances des 8 et 11 juin 1903, 5 et 12 octobre 1903)], les phénomènes d'osmose électrique ont lieu dans tous les liquides ayant un grand pouvoir inducteur spécifique et, par suite, sont bons ionisants. Il paraît naturel de poursuivre cette étude dans d'autres milieux que l'eau, d'y rechercher l'action des matières dissoutes et de voir comment les lois trouvées pour l'eau se trouveront alors modifiées ou étendues; en particulier on pourra rechercher des ions jouant vis-à-vis de chaque solvant le rôle capital qu'exercent les ions H^+ et OH^- dans l'eau.

» J'ai étudié à ce point de vue l'alcool méthylique avec un appareil identique à celui de M. Perrin et suivant une technique analogue.

» Voici les premiers résultats de cette étude :

» Dans l'alcool méthylique l'osmose électrique est encore notable mais en moyenne plus faible que dans l'eau, dans les mêmes conditions, aussi est-on obligé d'opérer avec une différence de potentiel de 250^{volts} à 300^{volts} au lieu de 60^{volts} à 100^{volts} que l'on employait dans l'eau : l'osmose est en effet proportionnelle à la différence de potentiel que l'on crée de part et d'autre de la paroi poreuse (résultat vérifié de 30^{volts} à 900^{volts}).

» Les premières expériences ont été faites avec de l'alcool méthylique absolu (après distillation sur le sodium); mais la présence d'une petite quantité d'eau, 1 à 2 pour 100, ne modifiant pas le sens des résultats, les expériences suivantes ont été faites dans de l'alcool méthylique pur à 99°.

» Ces expériences nous ont montré que, ainsi que cela se passe dans l'eau, le sens de l'osmose varie avec la nature des cloisons poreuses : pour certaines d'entre elles, $CrCl^3$, SO^4Pb, MnO^2, le liquide remonte le courant électrique, se dirige vers le pôle positif; la paroi s'est donc chargée positivement au contact de l'alcool; pour d'autres, SiO^2, S, As^2S^3, PbI^2, l'osmose a lieu en sens inverse, la paroi s'est donc chargée négativement au contact de l'alcool méthylique; il est à remarquer que ces parois donnent une osmose de même sens dans l'eau neutre.

» *L'osmose est sensible à des traces de matières dissoutes dans l'alcool à condition que ces matières soient des électrolytes :* Pour une paroi de silice, une trace de $CaCl^2$ double le temps nécessaire pour faire passer un même volume de liquide sous une même différence de potentiel, mais sans changer le sens du mouvement; pour une paroi d'iodure de plomb, une trace de nitrate d'aluminium renverse le sens de l'osmose.

» Au contraire, certaines substances telles que la benzine, la naphtaline, le menthol, le camphre, non décomposables en ions, semblent ne modifier le phénomène en aucune façon; ainsi, il faut sensiblement le même temps (100, 105 secondes) pour faire passer le même volume (0^{cm^3},1) sous une même différence de potentiel (250 volts) pour :

» I. De l'alcool méthylique pur à 99°;

» II. De l'alcool contenant 0^g,25 de camphre pour 50^{cm^3};

» III. De l'alcool contenant 0^g,50 de camphre pour 50^{cm^3}, ce qui correspond à 1^{mol} pour 30^l pour le premier cas, 1^{mol} pour 15^l dans le second, concentration beaucoup plus forte que celle que nous avons employée pour les électrolytes et dont l'action est très marquée pour des concentrations de 1^{mol} pour 1000^l ou 1500^l d'alcool.

» Si nous considérons, par analogie avec l'eau, l'alcool méthylique CH_4O comme constitué par les groupements CH_3O et H analogues aux groupements OH et H de l'eau, le méthylate de sodium $CH_3O.K$ devra vis-à-vis de l'alcool jouer le rôle de la potasse OH.K vis-à-vis de l'eau, et charger négativement, comme une solution basique le fait pour l'eau, une paroi positive, c'est-à-dire renverser le sens de l'osmose pour une telle paroi.

» C'est ce que l'expérience vérifie : une paroi de chlorure de chrome, qui se charge positivement au contact de l'alcool méthylique absolu, se charge négativement dans une solution de méthylate approximativement $\frac{1}{1500}$ normale, 1^{mol} en 4000^l donne encore une osmose notable en sens inverse de celle que donnait l'alcool méthylique pur; enfin une molécule en 16000 ne donne plus d'osmose appréciable ni dans un sens ni dans l'autre.

» L'action de l'ion H est plus difficile à mettre en évidence, on prévoit que cet ion, comme dans l'eau, imposera son signe à une paroi chargée négativement et retournera le sens de l'osmose pour une telle paroi.

» Or dans un premier essai, pour différentes parois [S, AgCl, SiO^2], l'addition de HCl déchargeait la paroi sans aller jusqu'à la charger positivement. Dans le cas d'une paroi de soufre l'osmose très notable (80 secondes pour faire passer 0^{cm^3},1 sous 250 volts) devient à peine appréciable quand on ajoute une trace d'acide azotique.

» Ceci peut tenir à ce que la plus grande partie de l'acide ajouté disparaît en éthérifiant de l'alcool. En poussant la concentration jusqu'à ce qu'il reste des traces d'acide libre, on change le sens de l'osmose. C'est ce qui

arrive en effet pour une paroi de silice lorsque la conductibilité de la liqueur correspond à une concentration grossièrement millinormale en ions libres.

» J'indiquerai dans une prochaine Note l'action des ions polyvalents. »

THERMOCHIMIE. — *Sur le calcul de la chaleur de combustion des composés organiques azotés.* Note de M. P. LEMOULT.

« Dans des publications antérieures (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 895, et t. CXXXVII, p. 515, 656 et 979, et *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. I, p. 553), j'ai indiqué comment on peut calculer la chaleur de combustion z des composés organiques $C^x H^y O^p$, soit en totalisant les appoints des divers groupes, soit en utilisant la formule

$$z = 102x + \frac{55}{2}y - \Sigma p\varphi + A.$$

» Les mêmes méthodes adaptées aux composés qui contiennent, en outre, de l'Az au moyen des nouvelles conventions

$$f(c - az) = \tfrac{1}{2} f(c^2 = az^2) = \tfrac{1}{3} f(c^3 \equiv \text{Az}) = 31^{\text{Cal}}, \qquad f(az - \text{H}) = 23^{\text{Cal}}$$

m'ont donné des résultats satisfaisants, puisque, sur 140 cas examinés, il y en a 17 pour 100 où l'approximation est inférieure à $\frac{1}{100}$, 15 pour 100 où elle est comprise entre $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{200}$, et 68 pour 100 où elle est supérieure à $\frac{1}{200}$.

» 1° *Homologie à l'azote.* — D'après ces conventions, la différence entre un composé quelconque X — AzH et son homologue à l'azote X — Az — CH³ s'élève à 16^{Cal}_7 (à savoir 23 + 31 + 3 × 53) en faveur de ce dernier; c'est la valeur moyenne qui résulte des déterminations de MM. Matignon (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXVIII, p. 500) et Stohmann et Langbein (*J. f. prakt. Chem.*, 1891, p. 386); elle devient une conséquence du système de valeurs adopté.

» 2° *Amines.* — Pour les premiers termes de la série, le calcul et l'expérience s'accordent assez mal; dans les autres cas, l'accord est satisfaisant, par exemple :

	Mesuré.	Calculé.		Mesuré.	Calculé.
	Cal	Cal		Cal	Cal
Triéthylamine	1038,3	1041	Diéthylaniline	1451,8	1449
Amylamine.........	867,6	864	Triphénylamine.....	2269	2265

on pourrait grouper les résultats dans diverses formules, comme par exemple la suivante pour les composés $C^n H^{2n+1} AzH^2$,

$$C = 157n + 79,$$

et en tirer de nombreuses conclusions, mais il vaut mieux les réunir en une seule formule qui sera donnée plus loin.

» 3° *Amides, imides, phénylamides, etc.* — Ces corps contiennent le groupe $\overset{/\!/O}{c^3 - az}$; j'ai adopté la convention $f\left(\overset{/\!/O}{c^3 - az}\right) = 27^{Cal}$ qui donne une concordance remarquable (approximation supérieure à $\frac{1}{200}$ dans 87 pour 100 des cas).

	Cal	Cal		Cal	Cal
Formamide	134,9	126 (1)	Propionanilide	1168	1172
Acétamide	282,7	283	Phtalanilide	2383	2383
Benzamide	852,3	848	Phtalimide	850,2	850

Méthylamide de l'acide malonique.... Mesuré, 686^Cal; calculé, 688^Cal.

» A cette série se rattachent l'urée et ses dérivés qui donnent des résultats satisfaisants quand ces composés ne sont pas par trop complexes :

Urée	151^Cal,5	150^Cal	Phénylurée	880^Cal	882^Cal
Diméthylurée	481^Cal	484^Cal	Tétraphénylurée	3074^Cal,7	3078^Cal

» 4° *Composés à fonctions complexes.* — Le calcul se fait en attribuant à chaque fonction son apport habituel, indépendamment des fonctions voisines :

Oxamate d'éthyle	457^Cal,7 (1)	452^Cal	Benzolalanine	1168^Cal,7	1172^Cal
Acide succinanilique	1166^Cal,5	1168^Cal	Tyrosine	1071^Cal,2	1067^Cal

Amides des 3 acides toluiques et de la glycollamine : mes., 1168^Cal; cac., 1168^Cal

» 5° *Nitriles.* — L'accord est un peu moins satisfaisant que dans les cas précédents; mais néanmoins l'approximation dépasse généralement $\frac{1}{100}$ et souvent le $\frac{1}{200}$:

Nitrile formique	153^Cal,6 (1)	146^Cal	Acide cyanacétique	299^Cal	301^Cal
Nitrile malonique	395^Cal	394^Cal	Acétylcyanacétate de méthyle	683^Cal,3	686^Cal

» 6° *Composés à noyaux azotés.* — Le calcul donne fréquemment des indications précieuses au sujet des formules de constitution. Voici, par exemple, la comparaison des résultats que donne pour la pyridine et analogues le calcul basé soit sur les formules habituelles (I), soit sur les formules sans doubles liaisons; cette comparaison est entièrement favorable à ces dernières formules :

		I.	II.
	Cal	Cal	Cal
Pyridine	665,1	680	664
α Quinaldine	1287,25	1276	1284
Hydroquinoléine	1227,8	1231	1227

» Citons encore dans d'autres séries, à titre d'exemples, les résultats suivants :

Hexaméthylènetétramine	1006^Cal,5	1008^Cal	Hydrocinnamide	3455^Cal,3	3453^Cal

» *Formule représentative générale et ses conséquences.* — La chaleur de

(1) Écart habituel aux premiers termes de séries.

combustion z d'un composé organique azoté $C^x H^y Az^m$ doit dépendre de l'appoint $102x + \frac{}{2}y$ de ses atomes de C et de H et de l'appoint de ses atomes d'azote; or on constate que ce dernier varie suivant que l'atome d'azote est saturé par de l'H ou par du C; égal à $16^{Cal},5$ si Az est entièrement saturé par du carbone, il n'est plus que de $+6^{Cal},5$ si l'azote est lié à un H et tombe à $-3^{Cal},5$ si l'azote est lié à $2H$; ce qui revient à dire qu'il diminue régulièrement de 10^{Cal} quand la molécule acquiert un groupe $az - H$. Mettant en évidence le nombre a d'atomes d'hydrogène fixés sur l'azote, la formule du composé devient $C^x H^{y-a}(Az^m H^a)$ et l'on a

$$z = f[C^x H^{y-a}(Az^m H^a)] = 102x + \frac{55}{2}y + 16,5m - 10a,$$

dont il est facile de vérifier l'exactitude sur les exemples cités plus haut et qui donne un moyen de déterminer, pour une molécule de structure inconnue, le nombre a.

» Si le composé contient de l'oxygène $C^x H^y Az^m O^p$, il suffit d'introduire le terme correctif $\Sigma p \varphi$ relatif aux fonctions oxygénées en ajoutant à la liste des valeurs de φ (*Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 981) la valeur

$$\varphi = 55^{Cal} \qquad \text{pour les amides, imides, etc.}$$

» Le cas des composés contenant les groupes $c^2 = c^2$; $-c^3 \equiv c^3$; $-az - az$; $-az^2 = az^2$; ..., n'a pu être examiné faute de déterminations suffisamment nombreuses. Entre autres conséquences de la formule ci-dessus il convient de signaler les suivantes : 1° les atomes d'azote d'un composé organique ne peuvent pas être envisagés comme thermiquement indépendants de leurs voisins C et H puisque le nombre et la nature de leurs liaisons interviennent dans la formule par le facteur a; 2° la chaleur de formation de la molécule d'azote ($Az^2 = 28$) à partir de ses atomes entièrement saturés par du carbone s'élève à -33^{Cal}; 3° cette chaleur de formation augmente d'autant de fois 10^{Cal} que les atomes d'azote échangeaient de liaisons avec l'hydrogène. »

CHIMIE. — *Sur l'application des rayons Blondlot à la Chimie.* Note de M. ALBERT COLSON.

« Les rayons Becquerel ont fourni à M. et à Mme Curie un procédé d'investigation chimique qui est l'origine de leurs éclatantes découvertes; il

est alors possible que les radiations trouvées par M. Blondlot soient, elles aussi, susceptibles de révéler des phénomènes chimiques d'un ordre particulier. Voici quelques faits qui viennent à l'appui de cette supposition :

» Pour préparer de l'oxyde de zinc hydraté, il semble qu'il soit indifférent de verser de la potasse étendue dans du sulfate de zinc dissous, ou de verser la solution saline dans la potasse; en d'autres termes, la réaction SO^4Zn *diss.* $+ 2KOH$ *diss.* $= Zn(OH^2) + SO^4K^2$ *diss.* ne doit pas dépendre de l'ordre dans lequel les solutions sont mélangées.

» Or l'addition d'une solution de potasse dans le sulfate dissous diminue l'éclat du sulfure phosphorescent placé à côté du tube où l'on opère le mélange : des rayons n_1 prennent donc naissance dans ce cas. Ils disparaissent parfois avant que la potasse ne soit en quantité suffisante pour précipiter complètement l'oxyde de zinc, et ils ne réapparaissent plus quand on continue à ajouter de l'alcali.

» Au contraire, l'addition du sulfate de zinc dans la potasse ne donne lieu à aucune action sur le sulfure phosphorescent, même si l'on verse un grand excès de sulfate de zinc.

» M. Blondlot a bien voulu constater lui-même ces singuliers résultats qui dénotent une différence indéniable entre l'action d'une solution de potasse sur le sulfate de zinc et l'action de ce sel sur une dissolution de potasse. Cherchons donc méthodiquement la cause de cette dissemblance.

» A cet effet, ajoutons lentement de la potasse titrée (normale) dans une solution de sulfate de zinc additionnée de phtaléine, nous constatons que ce réactif rougit avant le déplacement total de l'acide combiné au zinc, et le virage apparaît constamment au même point quelle que soit la dilution du sel de zinc. Par exemple, en opérant sur des dissolutions renfermant $0^{mol},4$ par litre ou sur des dissolutions cinq fois plus étendues, pourvu que la température reste voisine de $15°$, la phtaléine vire au moment où la potasse a neutralisé les trois quarts du sulfate dissous, c'est-à-dire quand on a obtenu la réaction

$$4SO^4Zn + 6KOH = SO^4K^2 + SO^4\begin{cases} Zn - O - Zn - OH \\ Zn - O - Zn - OH \end{cases}.$$

» Un excès d'alcali n'altère qu'avec une extrême lenteur le sel basique qui s'est déposé, à moins que la température ne se rapproche de $100°$.

» La thermochimie permet aussi de déceler la différence d'action que révèlent les rayons n_1; car, en mélangeant une molécule de potasse normale ($KOH = 1^l$) à un grand excès de sulfate de zinc, la réaction se manifeste par l'apparition du précipité basique et par un dégagement de chaleur qui varie de $5^{Cal},30$ à 5^{Cal} par molécule de potasse, au lieu des 4^{Cal} que donnerait la précipitation normale de l'oxyde de zinc hydraté $Zn(OH)^2$.

» Quand on verse le sulfate de zinc dans un excès de potasse, l'oxyde métallique reste en partie dissous dans l'alcali, mais ce n'est pas à cette action secondaire qu'il

convient d'attribuer la disparition des rayons Blondlot; car, en opérant sur le sulfate de cuivre dont l'oxyde est sans action sur la potasse, on retrouve exactement les phénomènes que nous venons de décrire, c'est-à-dire : 1° apparition de rayons n_1 quand on ajoute lentement 1^{mol} de potasse dans $0^{mol},5$ SO^4Cu en solution étendue; 2° absence de rayons Blondlot quand on opère inversement; 3° précipitation dans le premier cas d'un sel basique dont la formule se rapproche de

$$SO^4 \begin{matrix} \diagup Cu - O - Cu\,O - \diagdown \\ \diagdown Cu - O - Cu - O \diagup \end{matrix} Cu.$$

» Il paraît donc probable que l'apparition des rayons Blondlot est due à la formation de ces sels basiques, comme si cette sorte de condensation moléculaire produisait des effets analogues à ceux que l'on obtient par une compression mécanique. Il est peut-être utile de dire que ces sels basiques sont moins denses que les oxydes correspondants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium.* Note de M. **L.-M. Bullier**.

« A propos de la Note présentée par M. Moissan sur un nouveau mode de formation du carbure de calcium, je rappellerai que, dès 1895, j'ai fait breveter un procédé fondé sur les mêmes principes, avec cette simple variante que, dans mon mode de formation, le chlore qui se dégage pendant la réaction est absorbé par de la chaux. Ce mode de formation des carbures alcalino-terreux est général.

» Comme je l'ai dit dans le susdit brevet, il suffit de fondre, dans une cuve ou creuset en charbon, le chlorure de l'oxyde du métal dont on veut obtenir le carbure et de soumettre le mélange à l'électrolyse au moyen d'un courant suffisamment intense. Prenant comme exemple la formation du carbure de calcium, je recommandais d'additionner le bain de chlorure fondu au fur et à mesure des besoins de la réaction, d'une quantité convenable de chaux vive et de charbon.

» Sous l'action du courant, le chlorure de calcium se décompose, son chlore se porte sur la chaux pour reformer du chlorure de calcium, tandis que son calcium s'unit au carbone pour former le carbure cherché.

» Ce nouveau mode de préparation a été perfectionné par moi à la fin de décembre 1895 : il a fait également l'objet de la prise d'un second brevet ayant pour titre : « Perfectionnement apporté à la fabrication des carbures des métaux alcalino-terreux ».

» Ce procédé a pour but d'abaisser autant que possible la température de formation

du carbure en ajoutant au mélange un fondant susceptible de permettre à la réaction de s'effectuer à une température moins élevée.

» Le fondant employé était le fluorure de calcium, et le courant utilisé était du courant continu; j'avais donc, dans ce second procédé, électrolyse comme dans le premier.

» Ces deux modes de préparation ne m'ont pas donné de résultats satisfaisants, et j'ai dû abandonner leur application industrielle. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dosage de l'azote.* Note de M. **Léon Débourdeaux**, présentée par M. Moissan.

« Il n'existe qu'un seul procédé général de dosage de l'azote. C'est le dosage en volume de Dumas. Les divers procédés de dosage à l'état d'ammoniaque ne sont pas applicables à un assez grand nombre de corps, tels que les dérivés nitrés, les cyanures, les hydrazines, etc. Les auteurs de ces procédés n'ont, à mon avis, pas assez recherché si, dans les cas où ils appliquent leurs méthodes, l'azote de la matière azotée est bien réellement transformé d'une manière complète en ammoniaque. Il n'en est pas toujours ainsi. J'ai constaté, par exemple, que l'ammoniaque est souillée de monométhylamine dans le dosage de la caféine par le procédé Will et Warentrapp, que dans le procédé Kjeldalh, avec emploi de mercure et de monosulfure de sodium (quel que soit le temps de chauffe, et la liqueur obtenue étant incolore) la monométhylamine et la triméthylamine ne subissent aucun changement, la diméthylamine donne de la monométhylamine, tandis que la monoéthylamine et l'aniline donnent tout leur azote à l'état d'ammoniaque; avec la pyridine et la quinoléine la transformation de l'azote en ammoniaque n'est que partielle; la caféine donne un mélange d'ammoniaque et de monométhylamine; les albuminoïdes « caséine de Parmesan » donnent de l'ammoniaque souillée d'un mélange d'amines.

» Les procédés de dosage de l'ammoniaque par pesée, à l'état de chlorhydrate, par exemple, ne sont donc pas applicables à ces méthodes dans un grand nombre de cas. Il en est de même du procédé volumétrique, vu que les indicateurs colorés ne correspondent pas à des quantités équivalentes d'ammoniaque ou d'amines, ou virent d'une manière très indécise. Le procédé de dosage de l'azote à l'état d'ammoniaque avec l'emploi d'hypobromite de soude, même dans le cas des urines, est également à

rejeter, ce réactif ne dégageant pas tout l'azote contenu dans les amines [1].

» Le procédé de dosage de l'azote que je propose donne de l'ammoniaque pure sans mélange d'amines et sans être encore d'une application générale, il permet actuellement d'effectuer le dosage des groupes suivants :

» 1° Les composés oxygénés de l'azote; 2° l'hydroxylamine; 3° les dérivés nitrés dans lesquels le noyau nitré porte une fonction phénol; 4° les nitriles, cyanures et cyanures doubles; 5° les cyanates et sulfocyanates; 6° les amides et imides lorsque l'azote n'est pas substitué à nouveau par un radical carboné; 7° les amines dans lesquelles le radical contient une fonction acide.

» Ce procédé, fondé sur une étude approfondie de l'action des monosulfures alcalins sur les matières azotées en présence de divers sels, notamment des hyposulfites alcalins, consiste en deux distillations successives dans un ballon de fonte communiquant avec un appareil de Schlœsing modifié tout en verre. La première distillation est poussée jusqu'à siccité de la substance à analyser avec 50^{g} d'hyposulfite de potasse cristallisé et 200$^{cm^3}$ d'une solution de monosulfure de potassium. Cette solution est obtenue en sursaturant d'hydrogène sulfuré un volume déterminé de lessive de potasse à 36° B. exempte de matières azotées et y ajoutant un égal volume de cette même lessive. La seconde distillation, destinée à entraîner les dernières traces d'ammoniaque formée, se fait en ajoutant au résidu 25$^{cm^3}$ de lessive de potasse et 250$^{cm^3}$ d'eau et recueillant 150$^{cm^3}$ environ de liqueur.

» L'ammoniaque étant reçue dans de l'acide chlorhydrique pur en excès peut être dosée très exactement par pesée à l'état de chlorhydrate.

» Dans cette étude les faits suivants ont été constatés :

» 1° Les monosulfures de sodium et de potassium seuls ne transforment quantitativement en ammoniaque que l'azote des composés oxygénés de

---

(1) Outre ces causes d'erreur, d'autres peuvent être dues à l'emploi des appareils de Schlœsing et d'Aubin et Alla, en partie ou en totalité en étain, qui doivent être rejetés pour toute distillation d'ammoniaque, surtout en présence de sulfures, et remplacées par un appareil de Schlœsing modifié tout en verre, l'attaque de l'étain par les vapeurs d'eau, d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré pouvant donner lieu d'une part à des surcharges, d'autre part à des pertes. Le sulfure de mercure très divisé qui passe à la distillation dans le procédé Kjeldalh modifié se dissout dans l'acide chlorhydrique lors de son évaporation, et donne lieu à des surcharges. Pour éviter ces dernières, il suffit de reprendre le résidu par de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré. L'entraînement de l'ammoniaque par un courant gazeux est également à éviter, et occasionne des pertes.

l'azote, de l'hydroxylamine et des amides dont l'azote n'est pas substitué à nouveau.

» 2° Les monosulfures alcalins additionnés de soude ou de potasse caustiques, d'étain, d'antimoine, d'acétate de soude, de formiate de soude, d'oxalate de soude, de chlorure de sodium, de sulfate de soude, ne conduisent pas à la transformation complète de l'azote de l'acide picrique en ammoniaque. De plus, l'ammoniaque est souillée de produits azotés intermédiaires.

» 3° Le monosulfure de sodium additionné d'hyposulfite de soude transforme l'azote de l'acide picrique en ammoniaque pure; mais la réaction n'est pas quantitative, tandis que le monosulfure de potassium, additionné d'hyposulfite de potasse, conduit à cette transformation totale.

» 4° L'addition de 50^g d'hyposulfite de potasse cristallisé à 200^{cm^3} de la solution de monosulture de potassium employée plus haut est celle qui a paru la meilleure dans tous les cas où ce procédé a été utilisé.

» Les résultats obtenus par la méthode précédente, quoique limités, permettent d'en entrevoir l'application au dosage général de l'azote, après avoir créé sur les radicaux portant l'azote des fonctions phénol ou acide ou en soudant le groupe azoté à un noyau portant une fonction phénol ou acide. Ce travail montre, en outre, que tous les procédés existants de dosage de l'azote à l'état d'ammoniaque doivent être méthodiquement étudiés à nouveau pour se rendre compte dans quelles conditions ou avec quels groupes de corps ils donnent quantitativement de l'ammoniaque pure, sans mélange d'amines. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Influence de l'acide iodhydrique sur l'oxydation de l'acide sulfureux*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans un travail antérieur [1] j'avais eu l'occasion de constater que l'oxydation de l'acide sulfureux au contact de l'air était fortement accélérée par la présence d'acide iodhydrique dans la solution.

» J'ai repris cette étude en opérant de la façon suivante :

» Je prépare des ampoules scellées contenant 10^{cm^3} de la solution d'acide sulfureux et je les introduis dans des flacons carrés identiques pleins d'air, soit avec 10^{cm^3} d'eau, soit avec 10^{cm^3} d'une solution de titre connu d'acide iodhydrique. Je casse les ampoules

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 1077.

par agitation, après avoir bouché les flacons, qui sont ensuite couchés côte à côte sur une de leurs faces dans un endroit où la température varie peu. Le volume total des solutions était toujours de 20^{cm^3} et la surface exposée à l'air, ainsi que la profondeur du liquide, était la même pour tous les flacons. Les conditions de la réaction étaient rendues ainsi aussi comparables que possible.

» Au bout d'un certain temps (24 heures généralement), je dosais l'acide sulfurique formé après avoir chassé l'anhydride sulfureux par un courant d'acide carbonique aidé de la chaleur.

» On constate ainsi que, sous l'influence d'une dose assez élevée d'acide iodhydrique, la rapidité d'oxydation de l'acide sulfureux se trouve augmentée dans des proportions très notables.

» Voici quelques chiffres ayant rapport à des solutions contenant environ 4 pour 100 d'acide sulfureux.

SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.	SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.
4,35	0	4,2 mg	4	0	8,1
»	3,6	8,1	»	10,9	47,7
»	7,3	45,2	»	21,8	61,5
»	»	»	»	36,5	89,5

» On voit que, dans le même laps de temps, la quantité d'oxygène absorbé en présence d'une quantité d'acide iodhydrique supérieure à 3,5 pour 100 peut être dix fois plus considérable que celle qu'absorbe l'acide sulfureux seul.

» Avec des solutions d'acide sulfureux plus faibles, l'action est encore plus marquée. Ainsi, avec 2,9 pour 100 d'acide sulfureux et 36,5 pour 100 d'acide iodhydrique, il y a eu 35,9 fois plus d'oxygène absorbé que par la solution sulfureuse seule.

» Or l'acide iodhydrique s'oxyde à l'air, pour son propre compte, avec formation d'iode libre capable d'agir sur l'acide sulfureux pour le transformer en acide sulfurique en repassant à l'état d'acide iodhydrique. L'action de l'acide iodhydrique semblerait donc n'avoir rien de surprenant. Mais ce qui est intéressant, c'est que la quantité d'oxygène absorbée par le mélange est de beaucoup supérieure à la somme des quantités du même corps absorbées séparément par les solutions de même titre en acides iodhydrique et sulfureux. C'est ce que montrent les nombres suivants :

SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.	SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.
2,9	0	1,9 mg	3,2	0	3,8 mg
0	14,4	2,2	0	7,3	0,6
0	36,5	4,4	0	21,9	3,9
2,9	14,4	30,2	3,2	7,3	14,8
2,9	36,5	69,3	3,2	21,9	49,6

» Cette accélération de l'oxydation de l'acide sulfureux est peut-être due à la rapidité plus grande de la combinaison jaune formée.

» Lorsqu'on diminue la proportion d'acide iodhydrique, on obtient des résultats inattendus : il y a ralentissement de l'oxydation, ainsi que cela ressort des chiffres suivants :

SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.	SO^2 pour 100.	HI pour 100.	O absorbé.
		mg			mg
4,35	0	5,1	4	0	8,0
»	0,73	0,6	»	0,36	1,0
»	1,45	0,9	»	0,73	2,2
»	2,9	4,0	»	2,2	2,8

» *En résumé* l'acide iodhydrique, suivant sa proportion, retarde ou accélère l'oxydation de l'acide sulfureux. Pour chaque solution de ce dernier, il semble exister une dose d'acide iodhydrique telle qu'elle n'influence pas l'oxydation. Pour les solutions à 4 pour 100, cette dose est voisine de 3 pour 100, ce qui correspond à peu près à 1^{mol} d'acide iodhydrique pour 3^{mol} d'acide sulfureux.

» L'acide iodhydrique n'est pas le seul corps pouvant accélérer l'oxydation de l'acide sulfureux. Il en est de même du chlorure manganeux et du chlorure ferreux, ce qui s'accorde avec l'action oxydante de ces sels sur les matières organiques. Les iodures métalliques solubles agissent de même.

» Par contre le chlorure et le bromure de potassium n'ont pas d'action. Enfin l'acide chlorhydrique retarde l'oxydation et peut même l'annuler à forte dose. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloruration du carbonate de phényle en présence de l'iode*. Note de M. **Et. Barral**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans une Note antérieure (¹) j'ai indiqué : 1° la préparation d'un carbonate neutre de phényle bichloré $CO(OC^6H^4Cl)^2$ par chloruration du carbonate de phényle en présence de l'iode; 2° la formation du carbonate neutre de pentachlorophényle $CO(OC^6Cl^5)^2$ par réaction de l'oxychlorure de carbone naissant sur le pentachlorophénol; 3° la possibilité d'obtenir tous les dérivés chlorés du carbonate de phényle, soit par chloruration directe en présence de chlorurants énergiques, soit par synthèse au moyen de l'oxychlorure de carbone et des phénols chlorés.

» Par chloruration en présence de l'iode, du chlorure d'aluminium ou du

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI.

pentachlorure d'antimoine et en faisant varier les conditions opératoires, j'ai réussi à obtenir tous les degrés de chloruration du carbonate de phényle. J'ai aussi constaté, sans l'étudier spécialement, que la chloruration du carbonate de phényle peut être obtenue en présence du chlorure ferrique anhydre.

» I. En faisant passer un courant de chlore dans une solution de carbonate de phényle additionnée d'iode (environ 5 pour 100 du carbonate de phényle) dans le tétrachlorure de carbone, jusqu'à ce que le chlore ne soit plus absorbé, j'ai obtenu du carbonate neutre de paramonochlorophényle (paramonochlorobenzénol),

$$CO(OC^6H^4Cl_{1-4})^2,$$

cristallisé en aiguilles blanches, soyeuses et nacrées, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther de pétrole froid, le benzène, l'éther éthylique et l'alcool absolu froids, assez solubles à chaud dans l'éther de pétrole, très solubles dans le benzène et l'alcool absolu chauds, fusible à 144°-145° après plusieurs purifications.

» Ce carbonate neutre de paramonochlorophényle a aussi été obtenu synthétiquement par M. Morel et par moi ([1]) : 1° en faisant réagir l'oxychlorure de carbone sur une solution concentrée de paramonochlorophénate de potassium; 2° dans la décomposition du chlorocarbonate de paramonochlorophényle.

» A une solution de carbonate de phényle et d'iode dans CCl^4, j'ai fait absorber 2^{at} de chlore pour 1^{mol} de carbonate de phényle, afin d'obtenir

$$CO(OC^6H^5)^2 + Cl^2 = CO\begin{cases}OC^6H^5\\OC^6H^4Cl\end{cases} + HCl.$$

» Le produit de la réaction contient un mélange de carbonate de phényle non transformé, de carbonate neutre de paramonochlorophényle et de carbonate mixte de phényle et de paramonochlorophényle, $CO\begin{cases}OC^6H^5\\OC^6H^4Cl_{1-4}\end{cases}$ (environ $\frac{1}{6}$ du mélange). Ce corps, fusible à 95°-96°, cristallise en aiguilles blanches, soyeuses et nacrées, et présente à peu près tous les caractères de solubilité du précédent; il est cependant plus soluble dans l'éther de pétrole.

» La synthèse de ce carbonate mixte a été faite par M. Morel ([2]) en faisant réagir le paramonochlorophénate de potassium en solution aqueuse concentrée sur une dissolution de chlorocarbonate de phényle dans l'éther.

» II. Pour obtenir des dérivés plus chlorés, j'ai fait passer un courant de chlore dans du carbonate de phényle additionné de 5 pour 100 d'iode et maintenu en fusion à une température variant de 90° à 155°.

» A la température de 90°, j'ai obtenu d'abord et successivement le carbonate mixte de phényle et de paramonochlorophényle, puis le carbonate neutre de paramonochlorophényle, déjà décrits.

([1]) *Bulletin de la Société chimique,* 1899.

([2]) *Thèse de Paris,* 1900.

» Pour que le chlore soit de nouveau absorbé par ce dernier corps, il faut chauffer à 140°. A cette température, il se produit d'abord un peu de carbonate mixte de paramonochlorophényle et de dichlorophényle (probablement 1-2-4), $CO\left\langle\begin{matrix} OC^6H^4Cl_{1-4} \\ OC^6H^3Cl^2 \end{matrix}\right.$, en petites aiguilles blanches nacrées, fusibles à 115°, ainsi qu'une très petite quantité d'un isomère fusible au-dessous de 100°.

» En continuant la chloruration à 140°, il se forme très lentement un mélange de deux carbonates neutres de dichlorophényle $CO(OC^6H^3Cl^2)$, en petites aiguilles blanches nacrées, difficilement séparables : α, fusible à 122°-123°, probablement

$$CO(OC^6H^3Cl^2_{1-2-4})^2;$$

β, fusible à 88°-89°, probablement

$$CO(OC^6H^3Cl^2_{1-2-4})^2.$$

Par chloruration ultérieure, ce corps se transforme en carbonate de trichlorophénol $CO(OC^6H^2Cl^3_{1-2-4-6})^2$.

» Pour que le chlore soit absorbé de nouveau, il faut chauffer à 150°-155° et continuer le courant de chlore pendant près d'un mois pour obtenir les produits suivants :

» *a*. Un carbonate mixte de dichlorophénile et de trichlorophényle,

$$CO\left\langle\begin{matrix} OC^6H^3Cl^2 \\ OC^6H^3Cl^3_{1-2-4-6} \end{matrix}\right.,$$

en fines aiguilles blanches, fusibles à 94°.

» *b*. Le carbonate neutre de trichlorophényle, $CO(OC^6H^2Cl^3_{1-2-4-6})^3$, en petites aiguilles dures, groupées en choux-fleurs, fusibles à 153°-154°, moins solubles que les corps précédents. J'ai aussi obtenu ce carbonate : 1° en faisant passer un courant de chlore dans une solution de carbonate de phényle dans CCl^4 additionné de chlorure d'aluminium anhydre; 2° par chloruration du carbonate de phényle en présence du chlorure d'antimoine; 3° synthétiquement par action de l'oxychlorure de carbone sur une solution alcaline de trichlorophénol$_{1-2-4-6}$. M. Morel l'a également obtenu par cette dernière méthode et par décomposition du chlorocarbonate de trichlorophénol$_{1-2-4-6}$.

» En présence de l'iode, la chloruration ne dépasse pas ce dernier terme. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De l'action des oxydants sur la pureté des fermentations industrielles.* Note de MM. **Henri Alliot** et **Gilbert Gimel**. (Extrait.)

« Les microbes nuisibles dont nous avons à nous préoccuper dans nos ermentations industrielles appartiennent aux deux grands groupes des aérobies et des anaérobies. Les premiers ne nous préoccupent guère, puisque la durée nécessaire à leur développement est hors de proportion

avec la rapidité de notre travail (fermentations terminées souvent en 30 heures!). Nous avons pensé qu'il serait intéressant de nous attaquer aux fonctions essentielles des bactéries vivant sans oxygène, et c'est ainsi que nous avons été amenés à faire l'étude de l'action des oxydants sur le développement des ferments butyriques et lactiques et, par suite, nous faisions, du même coup, l'étude de cette action sur la pureté des fermentations alcooliques.

» Dans des ballons Pasteur, de 2^l, nous avons fait, en moût d'orge acidulé à 0^g,5 H^2SO^4 par litre, des cultures avec la série d'agents oxydants suivants :

» Hypochlorite de soude ClONa, hypochlorite de chaux $CaCl^2O^2$, perchlorure de fer Fe^2Cl^6, chlorate de potasse ClO^3K, perchlorate de potasse ClO^4K, bichromate de potasse $Cr^2O^7K^2$, bioxyde de manganèse MnO^2, eau oxygénée H^2O^2.

» Nous avons ajouté, dans chaque ballon, 10^cm³ de culture pure de bactéries, et la température a été tenue à 32° pendant la durée de l'expérience. Les doses de produits ajoutées ont été de 0^g,2 d'abord, dans un premier essai, puis 0^g,5 et 1^g par litre. La fermentation bactérienne a été suivie au microscope et par dosages acidimétriques.

» Voici, à titre d'exemple, le résultat (moyenne de deux analyses) pour un essai de fermentation butyrique, avec addition de 1^g par litre de substance oxydante dans chacun des ballons Pasteur.

Désignation des ballons.	Acidité en H^2SO^4 par litre	
	après 2 jours de fermentation.	après 4 jours de fermentation.
	g	g
N° 0 (témoin)	1,85	2,7
» 1 (ClONa)	1,3	1,9
» 2 (Cl^2O^2Ca)	1,2	1,8
» 3 (Fe^2Cl^6)	1,7	2,5
» 4 (ClO^3K)	1,5	2,15
» 5 (ClO^4K)	1,35	2
» 6 ($Cr^2O^7K^2$)	1,8	2,6
» 7 (MnO^2)	1,25	1,8
» 8 (H^2O^2)	1,2	1,7

» Il résulte de nos expériences que l'eau oxygénée tient la tête au point de vue bactéricide, mais pratiquement c'est à $CaCl^2O^2$ et à MnO^2 que notre choix doit s'arrêter.

» Il y a lieu de considérer en outre que, indépendamment de leur action nocive à l'égard des microbes pathogènes, les oxydants favorisent puissamment la prolifération de la levure, ce qui évidemment pourrait porter atteinte à leur pouvoir ferment (Duclaux) et par suite au rendement alcoolique, si les oxydants devaient être utilisés dans toute la cuverie, mais ce ne peut être que d'un grand secours dans la confection des levains où l'on

a besoin de former rapidement beaucoup de cellules de levures et d'éviter l'implantation des bactéries.

» Nous ne préconiserons donc l'emploi des oxydants que dans les levains seulement, pour lancer la fermentation, en raison des trois avantages suivants qui résument toute la question :

» 1° Action bactéricide; 2° accélération de la multiplication des cellules de levure; 3° et éventuellement disparition de SO^2 contenu dans les moûts, à l'état libre ou sous forme de SO^3KH. »

BOTANIQUE. — *Sur le* Randia Lujae *De Wild. nov. sp., plante myrmécophyte et acarophyte nouvelle de la famille des Rubiacées*. Note de M. E. DE WILDEMAN, présentée par M. Guignard.

« Parmi les plantes reçues récemment du Congo, nous avons à signaler une espèce remarquable au point de vue biologique. L'étude des acarophytes et des myrmécophytes a depuis peu réattiré l'attention des botanistes; ces deux groupes de plantes, que l'on croyait mal représentés dans la flore de l'Afrique tropicale, s'y rencontrent, au contraire, en assez grand nombre; nous ne recevons guère, à Bruxelles, de matériaux congolais, sans y trouver quelque plante à acarodomaties ou à myrmécodomaties.

» Le nombre de végétaux possédant en même temps des acarodomaties et des myrmécodomaties nous paraît réduit. Le *Randia Lujae* possède à la fois des acarodomaties bien définies occupant les angles des nervures et des myrmécodomaties localisées dans les tiges. Les tiges du *Randia Lujae* ne sont pas creuses d'un nœud à l'autre, comme cela est fréquent chez beaucoup de myrmécophytes, une portion seulement de l'entrenœud est creusée et sert d'habitation aux fourmis. La plupart des entrenœuds des rameaux de cet arbre sont fusiformes, leur plus grand diamètre situé à 2^{cm} ou 3^{cm} au-dessus du nœud; au niveau de cet épaississement se trouvent une ou deux ouvertures donnant accès dans une cavité plus ou moins allongée, mais n'atteignant jamais le nœud supérieur. Dans les tiges relativement âgées et lignifiées, l'ouverture de la myrmécodomatie, de circulaire qu'elle était au début, s'est allongée et peut atteindre 3^{cm} de long; dans l'échantillon où nous avons observé cette dimension, la tige est percée de deux côtés opposés.

» Quant aux acarodomaties, elles se trouvent localisées à la face inférieure du limbe foliaire et appartiennent au type de domaties creusées

dans les tissus et s'ouvrant à l'extérieur par un pore circulaire. Elles sont creusées dans le tissu des nervures, et non dans le limbe proprement dit, et occupent l'angle formé par la divergence des nervures médiane et latérales: elles se trouvent donc dans l'épatement que forme la nervure latérale en se séparant de la nervure centrale. On rencontre des acarodomaties non seulement le long de la nervure médiane de la feuille du *R. Lujae*, mais encore en différents endroits le long des autres nervures, mais toujours au niveau de la naissance de ramifications. Les pochettes à acariens dont on devine déjà la présence en examinant la face inférieure d'une feuille ne se développent donc que là où le tissu fibro-vasculaire est plus ou moins développé et aussi assez distendu.

» On reconnaît aux acariens follicoles la fonction de nettoyer les feuilles; mais dans le cas présent il existait, sur la face supérieure et même sur la face inférieure de ces feuilles, un assez grand nombre de parasites végétaux; leur présence était-elle due au voisinage des fourmis qui pouvaient entraver, dans une certaine mesure, la fonction normale des acariens? Nous donnons ci-dessous une courte description de l'espèce nouvelle dédiée à son collecteur M. Ed. Luja, chef de culture aux « Plantations » Lacourt » (Kasai, État indépendant du Congo).

» *Randia Lujae* De Wild. nov. sp. — Grand arbre à rameaux glabres, à entrenœuds souvent épaissis vers la base et percés de un ou deux trous donnant accès dans une cavité habitée par des fourmis. Feuilles obovales, acuminées, rétrécies à la base en un pétiole court et assez épais, à limbe assez coriace, plus foncé au-dessus qu'en dessous, de 20^{cm}-25^{cm} de long et 5^{cm}-12^{cm} de large, glabre sur les deux faces, à acumen de 15^{mm} de long; nervures latérales au nombre de neuf environ de chaque côté de la nervure médiane, anastomosées en arc avant d'atteindre le bord, peu ou pas proéminentes au-dessus, proéminentes en dessous, présentant dans l'angle formé à la naissance de nervures latérales des acarodomaties plongées dans le tissu de la nervure et s'ouvrant par un pore à la face inférieure du limbe, plus ou moins visibles sur la face supérieure où elles apparaissent sous forme de légers renflements. Fleurs par deux, dressées, sessiles ou subsessiles, de 22^{cm} environ de long; calice de 17^{mm} environ de long, glabre, à cinq côtes, terminé par cinq dents tubulées, irrégulières; corolle à tube allongé-linéaire, glabre, s'élargissant assez brusquement en entonnoir vers le sommet, à partie élargie de 22^{mm} environ de long, se terminant en quatres lobes ovales-lancéolés, aigus, de 3^{cm} environ de long, glabres extérieurement, éparsement velus intérieurement. Étamines en partie exsertes, dépassant de 11^{mm} environ l'entonnoir élargi de la corolle. Fruit globuleux, volumineux, atteignant plus de 15^{cm} de diamètre.

» *Hab.* — Dans les forêts du Sankuru, décembre 1903, Ed.-Luja.

» Cette espèce est, comme on pourra s'en convaincre, voisine du *R. maculata* DC. Nous n'insisterons pas ici sur les caractères différentiels. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le sens de rotation des tourbillons d'eaux courantes dans l'Europe centrale.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

« A la suite d'observations poursuivies depuis plusieurs années dans un assez grand nombre de vallées des Alpes, du Massif central français et des Pyrénées, j'ai cru pouvoir affirmer que la majorité des tourbillons des cours d'eau tournent en sens inverse des aiguilles d'une montre, c'est-à-dire qu'ils sont (pour nous servir d'une expression que nous prenons comme synonyme de la précédente) *sinistrorsum* (1). Toutefois, cette affirmation se heurte à l'opinion très généralement admise que les tourbillons des cours d'eau, à la différence des tourbillons atmosphériques, tournent indifféremment de droite à gauche ou de gauche à droite (2).

» J'ai recueilli de nombreuses photographies stéréoscopiques à l'appui de mes observations; mais les photographies ne représentent que des faits épars, et quelque probantes qu'elles soient, elles n'entraînent pas suffisamment une conviction concernant la généralité du phénomène.

» Reprenant donc mon enquête entièrement à nouveau, j'ai essayé de dresser des Tableaux statistiques qui me permissent à la fois de comparer des cas très divers et de porter un jugement précis sur l'ensemble des faits. Je voudrais brièvement indiquer ici la méthode suivie, quelques-uns des résultats acquis et la conclusion qui s'en dégage.

» Etant donnée la difficulté de bien observer les phénomènes tourbillonnaires, je ne retiens pour mes études comparatives que les rapides dans lesquels les tourbillons déterminent à la surface des crêtes d'écume. Il y a bien d'autres tourbillons en profondeur que les tourbillons auxquels correspond cette écume superficielle; mais ceux-là sont les seuls dont nous puissions en vérité discerner le sens de rotation.

» Il convient d'autre part de ne point faire entrer en ligne de compte les tourbillons qui sont produits par des faits artificiels, totalement étrangers à l'écoulement normal des cours d'eau; c'est ainsi que la pile d'un pont bouleverse l'écoulement régulier et crée en aval une petite zone plus ou moins calme, côtoyée de part et d'autre par les eaux plus rapides qui sont passées librement sous les arches : de part et d'autre il se produit des tourbillons qui vont toujours de la bande du courant à grande vitesse

---

(1) Bernard Brunhes et Jean Brunhes, *Les analogies des tourbillons atmosphériques et des tourbillons des cours d'eau et la question de la déviation des rivières vers la droite,* in *Annales de Géographie,* t. XII, 1904, p. 1-20.

(2) Voir notamment E. Duclaux, *Cours de Physique et de Météorologie,* Paris, Hermann, 1891, p. 270-271.

vers la zone qui échappe au courant; ils sont sur la droite *sinistrorsum* et sur la gauche *dextrorsum*; les uns et les autres se correspondent symétriquement, et numériquement se compensent.

» L'observation m'a démontré que nous devions exactement assimiler à la pile d'un pont toute pierre qui dans un rapide dépasse le niveau des eaux; cette pierre qui dépasse est dans la règle enveloppée vers l'aval de tourbillons qui, sur la droite, tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et sur la gauche dans le même sens que les aiguilles d'une montre. Tout en notant ces tourbillons dans nos Tableaux, nous les avons éliminés du total à interpréter, car ils fournissent globalement à peu près autant de tourbillons *sinistrorsum* que *dextrorsum*.

» Une fois ces groupes de tourbillons mis de côté, il reste un grand nombre de faits tourbillonnaires, qu'on pourrait appeler les faits tourbillonnaires *naturels* ou *normaux*, et pour lesquels il s'agit de savoir si le sens de rotation est indifférent.

» Je choisis parmi mes observations quelques rapides, très distants les uns des autres et situés en des points où il est facile de renouveler de semblables constatations :

» I. Petit rapide de la Sarine près de Fribourg (Suisse), entre le barrage de la Maigrange et le confluent du grand ravin; longueur, 150^m environ. 19 mars 1904, eaux assez hautes. Outre 3 complexes tourbillonnaires dont le sens de rotation est indéterminable, nous comptons, sur 27 tourbillons ou complexes tourbillonnaires distincts et observables : 25 tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 92,5 pour 100) et 2 seulement dans l'autre sens.

» II. Petits rapides du Neckar, un peu en amont de Heidelberg, sur le chenal droit du fleuve; première série de tourbillons, en face de Ziegelhaüser, Landstrasse, n° 43, sur une même bande du chenal, longue de 5^m à 6^m; deuxième série, un peu en aval, en face des n°s 31, 29 et 27, sur une longueur de 33^m. 26 janvier 1904. Outre deux ensembles indéterminables, nous comptons, sur 26 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 25 tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 96,2 pour 100) et 1 seulement dans l'autre sens.

» III. Petit rapide en aval de Traunfall (Tirol autrichien), dont la fin est à 20^m en amont de l'usine *Traunfall-Elektricitäts Werk*; lit obstrué de blocs de Schotter; sur les bords, apparaît le Schlier compact. 10 février 1904, eaux très basses. Outre trois tourbillons à sens indéterminables, on compte, sur un total de 31 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 30 qui tournent en sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 96,7 pour 100) et 1 qui tourne dans l'autre sens.

» IV. Petits rapides de la Salzach; en face de Kuchl et 200^m en amont du pont du Kuchl, de forts bancs calcaires affleurent dans le lit vers l'amont et déterminent trois groupes de tourbillons, sur une longueur totale d'à peu près 75^m. 10 février 1904; les eaux sont très basses; le niveau est à $1^m,20$ au-dessous du zéro du limnomètre du pont de Golling. Outre 5 tourbillons indéterminables, on observe, sur un total de 59 tourbillons ou complexes tourbillonnaires : 55 qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 93,2 pour 100) et 4 seulement tournant dans le sens des aiguilles d'une montre.

» V. Petit rapide de l'Adige, immédiatement en aval du pont de Mori : ce pont de

fer n'a pas de pile au milieu du fleuve; les tourbillons sont donc indépendants du pont. De part et d'autre de la bande centrale des eaux, il se rencontre deux petites zones de tourbillons se manifestant par des jets d'écume, intermittents comme des feux follets : c'est pourquoi l'observation en est assez malaisée. Le groupe des tourbillons de droite est beaucoup plus important que celui de gauche. — 21 février 1904, eaux moyennes, plutôt basses. — Outre 2 complexes tourbillonnaires dont le sens de rotation est indiscernable, nous comptons, sur un total de 17 tourbillons : 16 qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (soit 94,2 pour 100) et 1 seulement dans l'autre sens.

» .... Nous nous proposons de communiquer tout l'ensemble de nos observations, d'une manière plus complète et plus ample, au Congrès international de Géographie qui se réunira au mois de septembre prochain à Washington. Nous dirons, à cette occasion, pourquoi les rapides qui se prêtent à l'observation ne sont ni les rapides trop profonds, ni les rapides trop violents.

» En somme, dans tous les petits rapides de l'Europe centrale dont je viens de résumer les observations, *il y a toujours plus de* 90 *pour* 100 *des tourbillons qui tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre*.

» Nous avons essayé, mon frère et moi, d'interpréter ce fait en le rattachant à l'influence de la force centrifuge composée, et en rappelant notamment la curieuse expérience, trop oubliée, que Perrot présenta à l'Académie des Sciences en 1859 (1). Nous avons de plus exprimé le désir que, pour vérifier la vérité de cette interprétation, des observations et expériences tourbillonnaires fussent entreprises dans l'hémisphère austral. Toutefois, même à supposer que l'interprétation qui nous paraît aujourd'hui très rationnelle dût être plus tard rejetée, le fait d'observation que je communique aujourd'hui n'en resterait pas moins intéressant et vrai, c'est-à-dire la forte prédominance, dans les cours d'eau de l'Europe centrale, des tourbillons *sinistrorsum* sur les tourbillons *dextrorsum*. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le* travail statique *du muscle*. Note de M. **Charles Henry**.

« Dans une Note (*Comptes rendus*, 5 janvier 1903) j'ai essayé de fonder sur l'assimilation du muscle à un ressort spécial une méthode de calcul de la dépense énergétique du *travail statique*.

---

(1) B. et J. Brunhes, *loc. cit.* — Voir aussi Bernard Brunhes, *Sur une expérience de Perrot, et sur la comparaison directe de la rotation terrestre et du champ magnétique terrestre* (Société météorologique de France, séance du 6 avril 1904). Cette question fera l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie.

» Depuis, l'expérience (¹) a établi une donnée nouvelle : la proportionnalité du travail statique $\mathfrak{C}_s$ au travail W énergétiquement équivalent

$$W = \beta \mathfrak{C}_s;$$

si W est compté en kilogrammètres, $\mathfrak{C}_s$ en kilogs-seconde, on trouve $\beta = \frac{1}{120}$; β a les dimensions d'une vitesse.

» Il n'est pas possible de retrouver ce résultat avec le principe du ressort : on peut, au contraire, le déduire de la conception de M. Ernest Solvay, d'après laquelle la dépense du muscle, lors de la mise en jeu de la tonicité musculaire et, par conséquent, lors du soutien d'une charge, peut être assimilée à la dépense d'énergie du jet d'eau soutenant un poids (²). Il ne s'agit ici évidemment que d'une image : mais on sait, par des exemples classiques, combien, à défaut de données réelles, l'interprétation mathématique d'une image précise peut être profitable.

» Cherchons donc la dépense d'énergie d'un flux de particules matérielles exerçant par le choc une pression moyenne Φ sur une masse μ.

» Considérons les particules qui frappent la masse μ dans l'instant dt; l'équation du mouvement de la masse μ est

$$\mu \frac{d^2 x}{dt^2} = -\Phi + \Sigma q, \tag{1}$$

q étant la force du choc de chaque particule.

» Multipliant par dt et intégrant pour un temps quelconque de o à t, on a

$$\mu(v_t - v_0) = -\Phi t + \sum \int_0^t q\,dt.$$

Pour qu'il y ait à peu près équilibre (équilibre statistique de Maxwell), il faut que $v_t - v_0$ soit très petit; pour un temps notable t, on a donc

$$\Phi = \frac{1}{t} \sum_0^t \int_0^t q\,dt. \tag{2}$$

» Imaginons que le choc d'une particule de masse m, exerçant la pression q, com-

(¹) *Sur une relation entre le travail et le travail dit* statique *énergétiquement équivalents à l'ergographe;* par M. Ch. Henry et Mlle Joteyko (*Comptes rendus*, 28 décembre 1903).

(²) Ernest Solvay, *Du rôle de l'Électricité dans les phénomènes de la vie animale*, Bruxelles 1894, p. 21.

mence au temps θ et dure le temps τ; pour cette molécule, on a

$$\int_0^t q\,dt = \int_\theta^{\theta+\tau} q\,dt, \tag{3}$$

car les intégrales $\int_0^\theta q\,dt$ et $\int_{\theta+\tau}^t q\,dt$ sont rigoureusement nulles, q étant nul, puisque la molécule m n'a pas encore choqué μ ou a déjà rebondi.

» Pendant ce temps τ, la force qu'exerce m sur μ est égale et de signe contraire à celle que μ exerce sur m; si v est la vitesse de m, on a

$$m\frac{dv}{dt} = -q,$$

et, intégrant pendant le temps τ,

$$m(v_t - v_0) = -\int_\theta^{\theta+\tau} q\,dt;$$

or $v_t = -v_0$, puisque m a rebondi; on a donc d'après (3)

$$\int_0^t q\,dt = 2mv_0,$$

d'où

$$\Phi = \frac{1}{t}\sum 2mv_0.$$

» Si toutes les molécules ont la même vitesse v,

$$\Phi = \frac{2v}{t}\sum m;$$

or $\sum m$ représente la quantité de matière $M = Nvt$; il vient donc

$$\Phi = 2Nv^2,$$

et, comme $W = \sum \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} Mv^2$, on a, puisque $\mathfrak{C}_s = \Phi t$,

$$W = \beta \mathfrak{C}_s. \text{ »} \tag{4}$$

C. Q. F. D.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Renforcement spécifique de la phosphorescence par les extraits d'organes, dans l'exploration physiologique.* Note de M. Augustin Charpentier, présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai établi dans une Note récente (21 mars 1904) que l'interposition de certaines substances entre un écran phosphorescent et le corps augmentait la phosphorescence vis-à-vis des organes ayant une affinité physio-

logique spéciale pour ces substances. J'ai encore vérifié le fait pour de nouveaux alcaloïdes ou principes toxiques, curare, ergotine, théobromine, caféine, spartéine, chloralose, etc. (Les substances qui, comme la cocaïne, agissent sur tout protoplasma en général, produisent un renforcement de l'écran sans spécialisation appréciable.)

» Il y avait lieu de se demander si cette loi ne devait pas être étendue, et si par exemple les principes actifs d'un organe, interposés entre l'écran et un organe similaire sur le vivant, ne produiraient pas de renforcement spécifique analogue. J'ai obtenu des résultats positifs en m'adressant à trois extraits dont la fabrication est courante : la thyroïdine, l'ovarine et l'extrait testiculaire; un échantillon de ce dernier, préparé par M. d'Arsonval en 1893 et resté dès lors en ma possession, ne semble pas moins actif que les deux autres corps de préparation récente.

» Il est important de remarquer que les animaux qui fournissent la substance active (employée ici à l'état de poudre sèche pour les deux premiers extraits, en dissolution glycérinée pour le troisième) peuvent être des mammifères d'une espèce différente de ceux sur lesquels on fait cette recherche, ce qui la rend applicable à l'homme.

» D'après les données qui précèdent ou qui pourront résulter d'une étude généralisée, il sera facile d'établir différents écrans dont chacun sera spécialement adapté à l'exploration d'un organe en particulier. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations biologiques faites à Chamonix et au mont Blanc, en août et septembre* 1903. Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. Janssen.

« Voulant expérimenter l'action des hautes altitudes sur les combustions organiques, je me suis adressé à M. Janssen, qui a mis obligeamment à ma disposition les deux observatoires qu'il a fondés sur le mont Blanc : l'un aux Grands-Mulets (3020^{m}), l'autre au sommet de cette montagne (4810^{m}), pour y séjourner; M. Janssen a bien voulu, de plus, m'aider dans mes recherches au moyen des ressources de la Société du mont Blanc.

» J'ai pu ainsi remplir la première partie de mon programme en août et septembre 1903 ; cette première partie a consisté à étudier : 1° la quantité d'oxyhémoglobine du sang normal; 2° la vitesse de sa réduction; 3° la fréquence du pouls; 4° la fréquence de la respiration; 5° la pression artérielle; 6° la température du corps, entre les altitudes de Paris et du som-

met du mont Blanc, avec stations intermédiaires à Chamonix, au Brévent, au Montanvers et aux Grands-Mulets.

» Pour doser l'oxyhémoglobine, j'ai employé le spectroscope à vision directe de Janssen et la plaque hématoscopique de Hénocque; les résultats en ont été comparés à ceux de l'analyseur chromatique de Hénocque et je les ai trouvés concordants; la vitesse de réduction de l'oxyhémoglobine a été établie par l'examen spectroscopique de l'ongle du pouce; la quantité d'oxyhémoglobine et l'activité de réduction ont été calculées d'après les Tables et les formules de Hénocque.

» Ces premières recherches complètent les observations que la mort a empêché Hénocque de continuer.

» La pression artérielle a été étudiée au moyen du sphygmomanomètre de Potain. Les prises de sang et les diverses expériences de mes observations ont été effectuées sur moi-même et sur Mme Jeanne Bayeux qui m'a accompagné dans toutes mes ascensions et aidé dans mes recherches. Je me suis assuré qu'aucun état morbide n'avait troublé les résultats obtenus pendant tout le cours de notre expédition.

» Chacune des données numériques contenues dans le Tableau suivant représente la moyenne de trois expériences à chacune des stations d'altitude : le nombre total de ces expériences s'est élevé à près de *cinq cents*.

Tableau des observations faites à Chamonix et au mont Blanc.

Dates. 1903.	Altitudes.	Phénomènes des deux bandes.	Quantité d'oxy-hémoglobine.	Durée de la réduction.	Activité de réduction.	Fréquence du pouls.	Fréquence de la respiration.	Pression du sang artériel.	Température du corps.
			M. Raoul Bayeux.						
			pour 100						°
6 août.	Paris.	19	10	43	1,16	52	15	15	36,8
19 »	Chamonix, 1050 M.	18	11	60	0,91	63	18	20	36,4
20 »	Brévent, 2525	14	14	85	0,82	84	23	23	36,0
23 »	Chamonix	16	12	60	1,00	66	12	20	36,4
24 »	Montanvers, 1924	15	13	81	0,92	80	19	22	36,1
25 »	Chamonix	16	12	64	0,93	68	13	22	36,3
29 »	Grands-Mulets, 3020.	13	15	92	0,81	88	28	19	35,4
31 »	Bosses, 4365	11	17	140	0,60	92	40	22	35,0
31 »	Mont Blanc, 4810	11	17	120	0,70	125	34	25	35,2
1er sept.	Grands-Mulets	17	11,5	70	0,82	94	38	22	36,9
2 »	Chamonix	14	14	57	1,22	56	16	21	37,6
5 »	Brévent	12	16	87	0,91	76	21	20	36,2
17 »	Paris	11	17	53	1,58	67	14	23	37,1
			Mme Jeanne Bayeux.						
6 août.	Paris	17	11,5	52	1,10	68	16	18	36,7
19 »	Chamonix	15	13	67	0,97	72	19	19	36,5
20 »	Brévent	13	15	85	0,88	110	26	16	36,2
23 »	Chamonix	15	13	68	0,95	77	14	17	36,6
24 »	Montanvers	14	14	78	0,89	87	23	20	36,0
25 »	Chamonix	14	14	73	0,95	79	13	19	36,4
29 »	Grands-Mulets	12	16	105	0,76	112	30	25	36,1
31 »	Bosses	12	16	135	0,54	140	43	21	35,2
31 »	Mont Blanc	12	16	120	0,66	132	36	20	35,4
1er sept.	Grands-Mulets	18	11	60	0,91	98	40	22	37,8
2 »	Chamonix	15	13	66	0,98	72	20	19,5	37,0
5 »	Brévent	14	14	79	0,88	95	24	20	36,3
17 »	Paris	13	15	57	1,31	70	14	17	37,2

» L'étude de ce Tableau indique que la *quantité d'oxyhémoglobine augmente* dans le sang normal, à mesure que l'altitude s'accroît et que, conséquemment, la pression barométrique diminue; lorsque cette pression augmente de nouveau par la diminution de l'altitude, la quantité d'oxyhémoglobine devient moindre.

» Par contre, la *vitesse de la réduction de l'oxyhémoglobine diminue* à mesure que l'altitude augmente, et augmente quand l'altitude diminue. L'activité des échanges entre le sang et les organes est donc entravée par la dépression barométrique. Les variations de la vitesse de réduction sont même plus sensibles à la dépression barométrique que ne le sont celles de l'oxyhémoglobine.

» Mon Tableau comporte une exception à cette règle : l'activité de nos échanges s'est trouvée moindre à l'altitude des Bosses qu'à celle, plus considérable, du sommet du mont Blanc. Mais j'ai constaté que nous présentions, aux Bosses, des symptômes assez accusés de mal de montagne, qui n'existaient plus au sommet; et cette remarque m'a paru comporter des conclusions que j'exposerai ailleurs sur la pathogénie du mal de montagne.

» Considérant la température du corps, en regard de l'activité des échanges, j'ai remarqué que cette température a diminué en même temps que diminuait l'activité organique. Ces deux facteurs biologiques concordent donc et se confirment l'un l'autre.

» La cure d'altitude donne, comme résultat définitif, une augmentation durable de l'activité des échanges, ainsi que le prouvent les chiffres obtenus à Paris, avant notre départ et après notre retour.

» La fréquence du pouls et la fréquence de la respiration augmentent à mesure que l'on atteint une altitude plus élevée, et cela sans que la fatigue m'ait paru intervenir.

» La pression artérielle suit une loi moins fixe; toutefois, en général, elle a plutôt augmenté avec l'altitude, fait qui concorde avec les premiers résultats obtenus par Potain à des altitudes beaucoup moins élevées.

» Les expériences de certains auteurs ont signalé la diminution de l'acide carbonique dans le sang aux hautes altitudes, résultat qui confirme les présentes recherches. D'autres auteurs ont obtenu des résultats contraires. J'ai l'intention de vérifier et je pense pouvoir expliquer ultérieurement ces discordances, dont un grand nombre sont plus apparentes que réelles. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Richesse en catalase des differents tissus animaux*. Note de M. F. **Battelli** et M[lle] L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

« Plusieurs auteurs ont déjà étudié la propriété que possèdent les tissus animaux et végétaux de décomposer le peroxyde d'hydrogène. Lœw a attribué cette propriété à une enzyme spéciale qu'il a appelée *catalase*.

» Le pouvoir de décomposer H^2O^2 a été recherché quantitativement, pour les différents organes animaux par Spitzer (1897), par Abelous (1899) et par Lépinois (1899). Les résultats de ces auteurs ne sont pas concordants. En outre, il est facile de constater que Spitzer et Lépinois ont employé, dans leurs expériences, de trop grandes quantités de substances, ce qui les a empêchés de saisir les très grandes différences qui existent entre les tissus au point de vue de leur richesse en catalase. Abelous ne donne pas de chiffres. Nous avons fait, dans le laboratoire de Physiologie de l'Université de Genève, une série d'expériences pour rechercher la richesse en catalase des tissus d'un animal à sang froid, la grenouille, et d'un animal à sang chaud, le cobaye.

» L'organe à étudier était pris immédiatement après la mort de l'animal et broyé finement avec du sable; on ajoutait de l'eau distillée, de manière à obtenir une émulsion et un volume donné de cette émulsion était mis en présence d'une solution de H^2O^2 à 1 pour 100. Le H^2O^2 était toujours en excès, c'est-à-dire que la quantité d'émulsion ajoutée ne pouvait décomposer qu'une partie de H^2O^2. La richesse d'un organe en catalase était dosée par la quantité d'oxygène dégagé, comme il avait été déjà fait par plusieurs autres auteurs.

» Nous rapportons dans le Tableau suivant les résultats principaux de nos expériences.

» Les valeurs données représentent des moyennes. Les chiffres se rapportant à l'oxygène indiquent la quantité de ce gaz dégagée dans les 5 premières minutes par $0^g,01$ de substance.

Organes.	Espèces animales.	O dégagé.
		cm^3
Foie	Grenouille	295
»	Cobaye	305
Rein	Grenouille	35
»	Cobaye	45
Sang	Grenouille	7,5
»	Cobaye	32,5
Cœur	Grenouille	5

Organes.	Espèces animales.	O dégagé.
		mc³
Cœur............	Cobaye.............	33
Poumon..........	Grenouille..........	5
»	Cobaye............	25
Rate.............	Grenouille..........	10
»	Cobaye.............	24
Muscles striés......	Grenouille...........	0,6
»	Cobaye.............	3,2
Cerveau..........	Grenouille.........	1,2
»	Cobaye.............	1,6

» Ces chiffres montrent l'énorme différence qui existe entre les organes au point de vue de leur richesse en catalase.

» A poids égal le foie du cobaye décompose 150 fois plus de H^2O^2 que le cerveau et 100 fois plus que le muscle strié. On constate en outre que la grenouille et le cobaye présentent dans les glandes (foie, rein) et dans le cerveau des quantités de catalase assez voisines; tandis que dans les autres tissus (cœur, muscles, poumon, sang) la grenouille a une quantité de catalase 5 fois environ inférieure à celle de cobaye.

» Ces données porteraient à admettre d'un côté que la catalase est surtout en rapport avec des phénomènes métaboliques spéciaux, ayant leur siège principal dans des organes à fonction chimique spécialisée. En effet : 1° des tissus à métabolisme très actif tels que les muscles et le cerveau possèdent peu de catalase; 2° aucun organe n'est comparable au foie quant à sa richesse en catalase, et nous savons que certaines réactions chimiques ont leur siège principal dans le foie; 3° les organes à fonction chimique spécialisée tels que le foie et le rein possèdent chez la grenouille des quantités de catalase voisines de celles qu'on trouve chez le cobaye. Mais d'un autre côté la catalase paraît aussi être en rapport avec l'intensité des phénomènes du métabolisme général, car les tissus de la grenouille (cœur, muscles, poumons, sang) possèdent une quantité de catalase notablement inférieure à celle existant dans les mêmes tissus des animaux à sang chaud. »

CHIMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'origine du lactose. Recherches urologiques dans l'affection dénommée « fièvre vitulaire » chez la vache.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

« A la suite de recherches expérimentales entreprises sur des chèvres chez lesquelles l'ablation des mamelles avait été pratiquée [1] et d'obser-

---

[1] *Comptes rendus,* séance du 28 mars 1904.

vations d'urologie physiologique faites sur la femme enceinte ([1]) nous croyons pouvoir conclure :

» 1° Le lactose est un sucre élaboré par la mamelle;

» 2° Il résulte de la transformation qu'exerce cette glande sur le glucose amené par le courant sanguin; il ne dérive pas d'une substance lactogène qui serait pour lui ce qu'est le glycogène pour le glucose;

» 3° Pour suffire à la formation du lactose, il est vraisemblable que c'est le foie qui déverse dans la circulation l'excès de glucose nécessaire et qui, par là, assure la continuité de cette formation;

» 4° Lorsque la lactation est établie, le lactose résulte donc de la superposition de deux phénomènes physiologiques : surproduction de glucose et transformation de celui-ci en sucre de lait.

» Il en résulte que:

» A. Si le glucose est déversé en excès dans la circulation avant que l'aptitude à le transformer soit développée dans le tissu mammaire, il sera éliminé tel par le rein. C'est le cas dans la glucosurie *ante partum* chez la femme enceinte.

» B. Si le fonctionnement d'une mamelle active vient à fléchir rapidement, la glande se trouvera dans l'impossibilité de transformer tout le glucose qui traverserait son parenchyme. Certaines observations de la maladie dénommée chez la vache *fièvre vitulaire* sont la justification de cette dernière proposition.

» La *fièvre vitulaire* est une maladie *post partum* à évolution rapide, caractérisée symptomatologiquement : 1° contrairement à ce qu'indique son nom, par de l'hypothermie; 2° par des troubles nerveux, excitation générale d'abord, paralysie de certains organes ensuite, et 3° par la présence de sucre dans l'urine.

» Au point de vue urologique, on distingue trois types dans la fièvre vitulaire:

» A. *Type à faible lactosurie.* — Dans les cas qui s'y rattachent, la sécrétion mammaire est presque arrêtée; la vache n'étant pas traite, le peu de lactose élaboré par sa mamelle est résorbé et ensuite éliminé par la voie rénale.

» B. *Type à glucosurie intensive.* — Il semble, après l'examen raisonné des symptômes et l'étude anatomo-pathologique fournie par certains cas, qu'on doive envisager cette glucosurie comme étant d'origine bulbaire, par suite analogue à celle que détermine la piqûre du plancher du quatrième ventricule. Elle survient rapidement, peut atteindre en quelques heures 45^g à 50^g, dure peu et disparaît très vite. Mais cette glucosurie s'observe seulement lorsque la glande mammaire est en quelque sorte éteinte; dans ce cas, celle-ci se trouve dans l'impossibilité d'agir sur la grande quantité de glucose que lui apporte le sang artériel.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 avril 1904.

» C. *Type à lactosurie intensive.* — Cette fois, la mamelle fonctionne assez activement (7¹ à 8¹ de lait). La diminution du lait est bien un symptôme assez constant dans la fièvre vitulaire, mais il y a cependant des cas où elle est peu prononcée et ce sont justement avec ceux-là qu'il est possible d'observer la lactosurie du troisième type actuel.

» L'excitation bulbaire, examinée dans le type précédent et qui provoque de la glucosurie, s'est également manifestée ici; mais le glucose, traversant cette fois une glande active, a pu être transformé en lactose; lequel, ensuite, a été éliminé par la voie rénale. Cette lactosurie (40^g et plus de sucre de lait par litre), comme la glucosurie du deuxième type, suit l'allure en général si rapide de la maladie; elle survient assez brusquement et disparaît de même.

» Ainsi donc, les considérations d'ordre expérimental, d'observation physiologique ou de nature pathologique, faisant l'objet de cette Note et des deux précédentes sur le même sujet, convergent toutes pour étayer solidement le rôle de la mamelle dans la formation du sucre de lait aux dépens du glucose apporté par le sang. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Agglutination et hémolyse des globules sanguins par des précipités chimiques.* Note de M. Gengou, présentée par M. Roux.

« Bordet et Gengou (¹) ont observé que certains précipités chimiques, insolubles ou presque insolubles, tels que le sulfate et le carbonate de baryum, l'oxalate et le fluorure de calcium, absorbent le fibrinferment et même, dans certains cas, le fibrinogène.

» Nous nous sommes proposé d'étudier l'action de ces précipités sur d'autres éléments, notamment sur les globules rouges, le sérum; nous avons employé $CaFl^2$ et $BaSO^4$. Une fois obtenus, ces précipités sont lavés dans une solution de NaCl à 6 pour 1000, jusqu'à ce que l'on ne puisse plus déceler l'un ou l'autre des sels constituants ($BaCl^2$ et Na^2SO^4 pour $BaSO^4$; $CaCl^2$ et NaFl pour $CaFl^2$) dans l'eau de lavage: on les conserve dans une solution de NaCl à 6 pour 1000.

» Nous avons constaté que ces précipités *agglutinent et hémolysent* les globules lavés de lapin, de bœuf et de poule (²): ces derniers présentent même une sensibilité

(¹) Bordet et Gengou, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1904, n° 1.

(²) Faits en discordance, tout au moins apparente, avec ceux qu'ont observés Landsteiner et Jagic sur l'action de l'acide silicique colloïdal sur les globules de lapin (*Wien. klin. Wochenschr.*, 1904, n° 3).

extrême, vis-à-vis de $CaFl^2$ tout au moins. Si l'on centrifuge les précipités employés dans ces recherches, les liquides limpides surnageants que l'on obtient de la sorte sont absolument inactifs sur les globules. Toutefois, en ce qui concerne la centrifugation de $CaFl^2$, elle doit être très prolongée; sinon on peut obtenir un liquide surnageant absolument limpide, inactif sur les globules de lapin et de bœuf, mais agissant encore sur les globules de poule, très sensibles; il est évident que, dans ce cas, le liquide limpide contient encore un peu de $CaFl^2$ en suspension, puisqu'on peut lui enlever toute activité par une centrifugation plus prolongée.

» De même que les liquides dans lesquels flottent les précipités que nous avons employés sont inactifs sur les globules, de même les solutions initiales des sels constituants ($CaCl^2$, $NaFl$ d'une part, $BaCl^2$, Na^2SO^4 de l'autre) qui ont servi à faire ces précipités, sont sans influence; il n'est donc pas douteux que l'agglutination et l'hémolyse des globules rouges, lavés par des émulsions de $CaFl^2$ et de $BaSO^4$, ne soient dues à la présence de ces précipités.

» Les doses actives minimales de ces poudres agglutinent les globules lavés, mais sans les hémolyser nettement; l'hémolyse n'est bien appréciable qu'avec des doses un peu plus fortes.

» Les propriétés de $CaFl^2$ et de $BaSO^4$ se constatent tout aussi bien à froid (+1° C.).

» $CaFl^2$ agglutine également les stromas des globules dissous par l'eau distillée.

» Nous avons aussi observé que de faibles doses de sérum de lapin, de cheval, de chien agglutinent très bien $CaFl^2$; le blanc d'œuf, même très dilué, agit de même. Contrairement à $CaFl^2$, $BaSO^4$ a une tendance à se déposer spontanément quand il est assez fortement dilué dans de l'eau physiologique (dans nos expériences, 1 à 5 gouttes de notre émulsion mère, additionnées de 20 gouttes de $NaCl$ à 6 pour 1000, se déposent en une dizaine de minutes). $BaSO^4$ est très fortement agglutiné par le blanc d'œuf dilué même à $\frac{1}{2000}$, tandis que le sérum a la propriété de le maintenir en suspension très fine, qui ne se dépose que très lentement (plusieurs heures au lieu de 10 minutes).

» Ces propriétés du sérum, agglutinante pour $CaFl^2$, émulsionnante pour $BaSO^4$, ne sont pas abolies par un chauffage à 70° pendant 30 minutes.

» Le sérum protège les globules contre l'action agglutinante et hémolytique de $CaFl^2$ et de $BaSO^4$. On observe ce fait en ajoutant, à 18 gouttes d'eau physiologique, 1 goutte de sérum, 1 goutte de globules lavés et enfin 2 gouttes de $CaFl^2$ ou 5 gouttes de $BaSO^4$. Tandis que $BaSO^4$ finit par se séparer et que $CaFl^2$, agglutiné par le sérum, tombe, les globules, dans les deux cas, restent intacts et non agglutinés.

» Ces propriétés du sérum s'exercent aussi bien à froid qu'à la température ordinaire et se retrouvent dans le sérum oxalaté à 1 pour 1000, comme dans le sérum chauffé à 56°.

» Si l'on traite une petite quantité de sérum par des doses répétées de $CaFl^2$ ou de $BaSO^4$, on lui enlève toutes ses propriétés : il n'agglutine plus $CaFl^2$, il n'émulsionne plus $BaSO^4$ et ne protège plus les globules contre ces deux précipités.

» Saturons une certaine quantité de $CaFl^2$ de sérum de cheval renouvelé à plusieurs reprises, puis lavons ce $CaFl^2$ dans l'eau physiologique, jusqu'à ce que l'eau de lavage n'ait plus aucune action quelconque imputable à un reste de sérum; puis remettons ce $CaFl^2$ en suspension dans un volume connu d'eau physiologique. Cette émulsion est beaucoup plus opaque qu'une émulsion témoin de la même quantité de $CaFl^2$ neuf dans

le même volume d'eau physiologique. De plus, ce $CaFl^2$ saturé de sérum est absolument sans action sur des globules lavés.

» Au lieu de le saturer de sérum, on peut saturer $CaFl^2$ de globules d'espèce A (lapin), c'est-à-dire en mettre tant qu'il ne puisse les dissoudre tous ; on constate qu'il a alors également perdu toute action sur des globules d'espèce B (même très sensibles, comme ceux de poules). On peut montrer que cet arrêt est dû à l'épuisement du $CaFl^2$ lui-même et non à la teneur du liquide en hémoglobine ou autres substances globulaires dissoutes.

» Notons enfin que $CaFl^2$, employé à certaines doses, maintient en suspension le $BaSO^4$, qui, normalement, se dépose rapidement.

» Nous espérons pouvoir donner plus tard les détails de ces expériences et continuer nos recherches. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la maladie de la tache jaune des chênes-lièges.* Note de M. F. Bordas, présentée par M. d'Arsonval.

« L'industrie du liège est depuis longtemps aux prises avec un problème qu'elle n'a pu résoudre d'une façon satisfaisante et qui lui occasionne des pertes sérieuses.

» Certains lièges fournissent des bouchons qui ont la propriété de communiquer aux liquides ce goût si désagréable qu'on appelle le *goût de bouchon*. Nous avons étudié la question et nous avons constaté que le bouchon communique le goût de bouchon aux liquides lorsqu'il est issu de planches piquées ou atteintes de la *tache jaune*.

» Ce point acquis, nous avons recherché les causes de cette maladie de la piqûre et nous avons trouvé qu'elle était due au développement de plusieurs moisissures et, en particulier, de l'*Aspergillus niger*.

» Si l'on ensemence, soit sur milieu solide ou sur le liquide de Raulin, des fragments de lièges prélevés sur ces taches jaunes qui garnissent les planches des lièges atteints de la piqûre, on obtient soit des cultures presque pures d'*Aspergillus niger* ou associé avec du *Penicillium glaucum*.

» L'expérience nous a montré que l'on peut facilement communiquer le goût de bouchon (qu'il ne faudrait pas confondre avec le goût de moisi) aux liquides en bouchant des bouteilles avec des bouchons piqués.

» Le goût de bouchon se développe plus rapidement dans les bouteilles contenant de l'eau que dans celles qui sont remplies de vin. Même parmi les eaux, il y a des différences très notables suivant la nature de l'eau. On obtient d'excellents résultats en employant des eaux très faiblement minéralisées.

» Les eaux à faible degré hydrotimétrique, comme les eaux issues de terrains granitiques, prennent en quelques jours le goût de bouchon.

» Si l'on examine les planches de liège piqué en pratiquant des coupes très fines et en faisant ensuite des cultures, on remarque que les mycéliums qui ont envahi le liège du côté de la croûte s'étendent souvent très loin dans la masse cellulaire.

» Ce fait explique comment il se peut qu'un bouchon, en apparence très sain, très souple, puisse, malgré cela, donner ultérieurement le goût de bouchon.

» On conçoit combien il est difficile de se prononcer *a priori* sur la valeur de tel ou tel bouchon et de dire s'il ne donnera pas aux liquides le goût de bouchon.

» Cette maladie de la *tache jaune* est malheureusement assez répandue; si l'on examine les arbres qui en sont atteints, on remarque que, d'une façon générale, le liège est touché d'un seul côté de l'arbre, du côté exposé aux pluies; en effet, le chêne mâle contient, dans les infractuosités de l'écorce, des moisissures nombreuses; les spores sont entraînées par l'eau et contaminent le chêne femelle.

» C'est le moyen de contamination le plus général; il y a aussi celui provoqué par les insectes et surtout les fourmis. On a cherché à détruire les insectes; on a même empiriquement, dans certaines régions, essayé la bouillie bordelaise, mais sans succès.

» Il serait préférable, à notre avis, de pratiquer à la base du liège mâle, dans le liège même, une rigole circulaire légèrement inclinée avec déversement, afin d'éviter le ruissellement de l'eau ayant lavé les parties supérieures de l'arbre sur le chêne femelle situé au-dessous.

» Nous pensons que des essais dans ce sens mériteraient d'être tentés surtout dans certaines de nos forêts d'Algérie qui sont plus particulièrement éprouvées par cette maladie. »

M. Dussaud adresse une Note « Sur un nouvel appareil de projection ».

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 mars 1904.

Publications de la Commission internationale pour l'Aréostation scientifique. *Observations des ascensions internationales simultanées et des stations de montagne et de nuages;* t. I-II, décembre 1900-décembre 1901; janvier-mai 1903. Strasbourg, 1903; 2 vol. et 5 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Sur le lavage antiseptique de l'intestin, par A. Gaducheau; I-IV. Bordeaux, Haïphong, Hanoï, 1903-1904; 4 fasc. in-8°.

Précis d'électricité médicale, par Ch. Chardin. Paris, A. Maloine, 1904; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Statistique sanitaire des villes de France pendant l'année 1902 *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1902; Melun, imp. administrative, 1903; 1 vol. in-8°. (Pub. par le Ministère de l'Intérieur; direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques; Bureau de l'Hygiène publique.)

Annales d'hydrologie et de climatologie médicales, revue mensuelle publiée par la Société d'hydrologie médicale de Paris; Directeur, Albert Robin; t. IX, n° 1, janvier 1904. Paris, C. Naud; 1 fasc. in-8°.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France; 57e année, 6e série, Bulletin n° 1, janvier 1904. Paris, Hôtel de la Société; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. III, fasc. III; janvier 1904. Montpellier, Coulet et fils; 1 fasc. in-8°.

The cartouches of Mars, by Percival Lowell. (Extr. des *Proceedings american philosophical Society,* vol. XLII, n° 174.) Boston, 1903; 1 fasc. in-8°.

Ueber Klangfiguren gespanter Membranen und starrer Platten, v. Karl Antolik. Pozsony [Hongrie], C.-F. Wigand, 1904; 1 fasc. in-8°; 25 exemplaires. (Hommage de l'auteur.)

Ein System von Mitteln zur Verhütung schädlicher Hochwässer, v. Leo Anderlind. Leipzig et Breslau, Karl Scholtz, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Résumé météorologique de l'année 1902 *pour Genève et le grand Saint-Bernard,* par R. Gautier, Genève, 1903; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1902 *: Résumé,* par R. Gautier et H. Duaime. Genève, 1903; 1 fasc. in-8°.

Climatology of California, by Alexander-G. Mc Adie. (U. S. Department of Agriculture. Weather Bureau; Bul. 1.) Washington, 1903; 1 vol. in-4°.

Ergebnisse einer Untersuchung über Veränderungen von Höhenunterschieden auf dem Telegraphenberge bei Potsdam, v. Dr R. Schumann. (*Veröffentlichung des königl. preussisch. geodätischen Institutes,* neue Folge, n° 14.) Berlin, P. Stankiewicz, 1904; 1 fasc. in-8°.

Veröffentlichungen der erdmagnetischen Observatoriums bei der königlichen Sternwarte in München. Munich, 1904; 1 fasc. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; t. XIV. *Obras malacologicas de J.-G. Hidalgo;* parte I: *Estudios preliminares sobre la fauna malacologica de las islas Filipinas.* Atlas, laminas I-CL. Madrid, Don Louis Aguado, 1891-1901; 1 étui in-4°, contenant 151 pl. en couleurs. (Hommage de l'Académie des Sciences de Madrid.)

Faune entomologique de l'Afrique tropicale. Rhynchota æthiopica, auctore H. Schouteden. 1. *Scutellerinæ et Graphosomatinæ;* t. I, fasc. 1. (Annales du Musée du Congo : *Zoologie,* série III.) Bruxelles, 1903; 1 fasc. in-f°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1904.

Institut de France. Académie des Sciences morales et politiques. *Mémoire sur la condition civile des étrangers en France,* par E. Glasson, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de l'Université de Paris; destiné à être soumis à la deuxième Assemblée générale de l'Association internationale des Académies, à Londres, en mai 1904. Paris, Alphonse Picard et fils, 1904; 1 fasc. in-8°. (10 exemplaires.)

Nouvelles Tables astronomiques et hydrographiques, par V. Bagay; édition stéréotype. Paris, Firmin-Didot père et fils, 1829; 1 vol. in-4°. (15 exemplaires de la réimpression, souscrits par l'Académie.)

Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives, professées au Collège de France par Henri Lebesgue. Paris, Gauthier-Villars; 1904; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Le Noyer noir d'Amérique, arbre d'avenue à Toulouse, par le Dr D. Clos, Correspondant de l'Institut. s. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revision des Cirrhipèdes appartenant à la collection du Muséum d'Histoire naturelle, par A. Gruvel; 1° *C. Pédonculés,* partie systématique; 3° *C. Operculés,* partie systématique. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum d'Hist. nat.,* 4e série : *Mém.,* t. IV, p. 215-312; t. V, p. 96-170.) Paris, Masson et Cie, s. d.; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Les expériences de tir contre la grêle, par M. Alfred Angot. (Extr. du *Mémorial des Poudres et Salpêtres,* t. XII.) Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales du Bureau central météorologique de France, pub. par M. E. Mascart, Directeur. Année 1900, II. *Observations.* Année 1901, I. *Mémoires;* II. *Observations,* 1er fasc.; III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1903; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Annuaire de la Marine pour 1904. Paris, Imprimerie nationale. Octave Doin, éditeur, 1904; 1 vol. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de la Marine.)

Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier. *Prix Sviécicki : Règlement.* (Extr. du *Montpellier médical,* t. XVII, 1903.) Montpellier; 1 fasc., 4 p. in-8°.

Spokil, langue internationale; grammaire, exercices, les deux dictionnaires, par le Dr Ad. Nicolas. La Bourboule, chez l'auteur, 1904; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la deuxième Conférence sismologique internationale réunie à Strasbourg du 24 *au* 28 *juillet* 1903, rédigés par le Secrétaire de la Conférence, Prof. Dr EMIL RUDOLPH. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1904; 1 vol. in-8°. (Envoi de M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Pacific coral reefs, by ALEXANDER AGASSIZ; I-III, text and plates. (*Mem. of the Museum of comparative Zoöl. at Harvard College*, vol. XXVIII.) Cambridge (États-Unis), 1903; 4 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

The coral reefs of the Maldives, by ALEXANDER AGASSIZ; text and plates. (*Mem. of the Museum of comparative Zoöl. at Harvard College*, vol. XXIX.) Cambridge (États-Unis), 1903; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Determinazione della gravita relativa in 43 *luoghi della Sicilia orientale, delle Eolie e delle Calabrie*, per A. RICCO. Catane, C. Galatola, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur. Présenté par M. de Lapparent.)

ERRATA.

(Séance du 14 mars 1904.)

Note de M. *L. Beulaygue*, Méthode de dosage des matières protéiques végétales :

La formule inscrite à la page 703 doit être ainsi complétée :

Pepsine extractive en paillettes (titre $\frac{1}{50}$).....	1^g
Acide chlorhydrique pur ($D = 1,171$)........	1^g (21 gouttes)
Eau distillée................................	100^{cm^3}